

Pareys Bücherei für chemische Technologie

Herausgegeben von Prof. Dr. F. Hayduck in Berlin

Neunter Band

F. Schönfeld

Brauerei und Mälzerei

B a n d III

Handbuch der Brauerei und Mälzerei

Von

Dr. F. Schönfeld,

Professor, Abt.-Vorsteher und Leiter der Versuchs- und
Lehrbrauerei am Institut für Gärungsgewerbe i. R., in Berlin

Dritter Band:

Das Brauen



Mit 145 Abbildungen

BERLIN

VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY

Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen

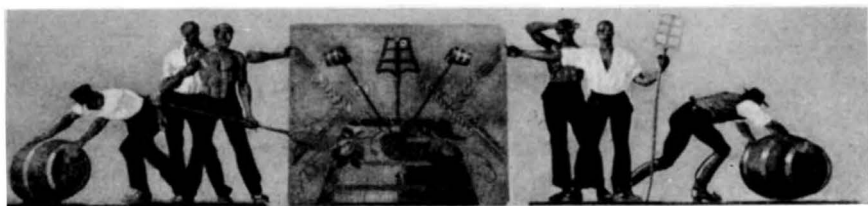
SW 11, Hedemannstraße 28 u. 29

1935



7278

ALLE RECHTE, AUCH DAS DER ÜBERSETZUNG, VORBEHALTEN. —
PRINTED IN GERMANY. — COPYRIGHT 1935 BY PAUL PAREY
IN BERLIN. — DRUCK VON JULIUS BELTZ IN LANGENSALZA



Nach einem Freskogemälde von J. Hengge u. K. Wurm-München am
Bürgerbräu in Bad Reichenhall

Vorwort

Motto:

Der ist seines Faches Meister,
der das Wirken jener Geister,
die Enzyme sind genannt,
ganz in seinen Willen bannt!

Im Unterschied zur Mälzerei ist die technische Entwicklung im Sudhaus mit der Vergrößerung der Betriebe gezwungen worden, von der Handarbeit zur maschinellen überzugehen. Während noch größte, namentlich Handelsmälzereien an der Tennenführung mit Hilfe der durch den Mälzer geschwungenen Schaufel festhalten, ist der kleinere Sudhausbetrieb schon nicht mehr Handbetrieb geblieben, und für die Entwicklung zu größeren Betrieben wäre gar nicht die Möglichkeit gegeben worden ohne die Kraftmittel der Maschine.

Diesen Weg von den früheren Zuständen an bis in die Gegenwart zu verfolgen, und in seinen jeweils durch den Geist der Zeit gestalteten Auf- und Ausbaustufen zu dem jetzigen technischen Hochstand hinaufzuführen, hielt ich für erforderlich, da sich auf Schritt und Tritt zeigt, wie Idee aus Idee und Form aus Form in natürlicher Weise entwickelt, aus der Erkenntnis von Heute das Neuere von Morgen geboren wird.

Die Mechanisierung ist die äußerliche Massenbewegung. Sie mußte dem Spiel der Hand auf das Schnellste folgen, aber auch die großen Mengen von Maische und Würze in gleichmäßiger Weise erfassen.

Im gleichen Takt hoben die Brauburschen das Maischscheit und schoben es durch das Maischgut. Die Maschine mußte es nachahmen, und noch verbessern.

Das Sudhaus war und ist die „Küche“ des Brauereibetriebs. Da ging es anfänglich recht einfach zu. Jahrhunderte vergingen, bis sich wertmäßige Unterschiede in den Eigenschaften des Bieres durchsetzten. Wer sich auf eine bestimmte Braumethode, sei es in Befolgung überlieferter

Arbeitsweise, sei es durch eigene Versuche eingestellt hatte, suchte sie zu wahren, und vor anderen geheimzuhalten. Das gelang eine gewisse Zeit. Allmählich kam der Nachbar dahinter. Örtliche Verfahren wurden es, die dann weitergetragen wurden, wenn man erkannt hatte, daß man damit Biere herzustellen vermochte, welche den einfachen ortsüblichen überlegen waren.

Aber noch behielt das Sudhaus seine Geheimnisse — und behält sie in manchen Betrieben auch heute noch. Nicht daß unbekannte Verfahren angewendet werden. Das jeweils benützte ist es, das aus besonderen Gründen nicht preisgegeben werden möchte.

Der Maischvorgang wird mehr und mehr als enzymatischer Abbau erkannt.

Die beim Keimen aktivierten und auch schon wirksam gewordenen Enzyme treten in klimatisch günstigere Verhältnisse. Nicht nur ist die Betätigungsmöglichkeit für sie durch eine weitere Verteilung in der wasserreichen Maische und durch die Durchmischung des Maischgutes eine weit größere, sondern es sind auch durch die Zerkleinerung der aufzuschließenden Substanz viel mehr Angriffsstellen für die Enzyme gegeben.

Die Entfaltung der Spaltarbeit kann sich hemmungslos vollziehen, und in kürzester Zeit zum Abschluß kommen.

Wird den Enzymen in der Mälzerei eine Reihe von Tagen Zeit für die Aufschleißarbeit gelassen, so vollbringen sie ihre Arbeit im Sudhaus in wenigen Stunden. Erzeugt man für sie in der Mälzerei ein kühles und konstantes Klima, so bringt man sie im Sudhaus in warme und wärmste Zonen mit allen nur denkbaren Übergängen bis zum Brühtod.

Mit der geringsten Temperaturänderung und Zeitverschiebung werden die Abbauvorgänge in andere Richtung geleitet.

So können sie in ungeheuer vielgestaltigster Weise verlaufen, zumal auch durch das Malz mit seiner unterschiedlichen Beschaffenheit immer von neuem andere Verhältnisse geschaffen werden.

Diese Vorgänge nach wissenschaftlichen Erkenntnissen in praktischer Durchführung zu regeln, sie in bestimmte Bahnen zu lenken, sie zu fördern oder zu hemmen, je nachdem es dem Braumeister für erforderlich erscheint, — das ist größtes Bemühen und höchste Aufgabe. Darin sieht der Braumeister in erster Linie seine Kunst und Tüchtigkeit, wie von jeher dem Sudhaus, dem Brauen, Sinn, Denken und Überlegung vor allem anderen galt. Hierin wollte er vor allem Meister sein, hier sah er den Schwerpunkt für seine Tätigkeit, und sieht sie mit Recht auch heute noch.

Das Sudhaus ist es, in welchem Qualität und Typ in grundlegender Weise bestimmt werden.

Entsprechendes Hopfenkochen und sachgemäße Kühlung kommen als unentbehrliche Hilfsmittel hinzu, um Eigenart und Qualitätsfeinheiten in richtiger Weise herauszuarbeiten.

So treten immer von neuem an den Braumeister Anforderungen heran, denen er sich nur gewachsen zeigen kann, wenn er sich den Spruch zu eigen macht:

Überlege, eh' du handelst,
daß du nicht falsche Wege wandelst.
Nur der ist ein erfahrener Mann,
der viel Erlebtes nützen kann!!
Denn nicht in ausgefahrenen Gleisen
kann man seine Kunst beweisen!!

Aus dem Gewerbe und aus der Maschinen-Industrie ist mir eine so reichliche und gern gewährte Unterstützung durch Überlassung von Abbildungen, Diagrammen und Daten verschiedener Art zuteil geworden, daß es mir eine große Freude ist, an dieser Stelle nochmals meinen Dank dafür abzustatten.

Die Abfassung dieses Bandes ist mir auch wiederum nur durch die kameradschaftliche Mithilfe meiner Frau möglich geworden.

M a i 1935.

Franz Schönfeld.

Inhaltsverzeichnis

Kapitel I

Das Reinigen und Schroten des Malzes

Seite

I. Das Reinigen	1
Zylindersiebe 2 — Plansiebe 2 — Polieren 2 — Staubbeseitigung 4 — Körnerschonung 4 — Abputzabhängigkeit von der Behandlung der Gerste	4
II. Das Schroten	4
A. Die Mühlenarten	4
1. Einfachste Mühlen 4 — Mörser 4 — Kammradmühle 4	
2. Walzenmühlen	5
a) Riffelwalzen	5
Steinsiebe und Magnet 6 — Speisewalze und Schüttelsieb	6
b) Glatte Walzen	6
c) Schleudermühlen und Mahlscheiben	7
d) Gangart der Mühlen	7
e) Drei- und Vierwalzenmühlen	9
f) Fünf- und Sechswalzenmühlen	9
g) Spaltapparat	12
B. Die Walzen selbst	14
Schrotbeschaffenheit und Konstruktion 14 — Durchmesser und Länge der Walzen 14 — Oberfläche der Walzen (geriffelt bzw. glatt) 15 — Ungleiche Umdrehungsgeschwindigkeit (Differential- geschwindigkeit — Tourenzahl 16	
C. Die Siebe	17
Siebsysteme 17 — Maschenweite 17 — Flächengröße 18 — Sieb- stellung 18	
D. Leistung	18
III. Die Entwicklung der Schrotfrage	19
1. Schrotsortierung durch verschiedene Siebe	19
Zweiteiliges Sieb 19 — Dreiteiliges Sieb — (Steinecker-Vogel) 19 — Sechsteiliges Sieb = (Reinke) 20 — Sechsteiliges Sieb = (Jalowetz) 20	
2. Extraktgewinnung aus den einzelnen Sortierungen	20
Die Bedeutung der Feingrieße 21 — Beschränkung des Mehl- anteils 21 — Die Grobgrieße und ihre Aufschließung 22 — Schrotverbesserung durch Seckmühle 22	
3. Normen für die Schrotzusammensetzung	23
a) Das Pfungstädtersieb	23
b) Schrotbeschaffenheit und der Läuterbottich	25
c) Schrotbeschaffenheit und der Maischefilter	26
d) Malzbeschaffenheit und Schrotzusammensetzung	27
4. Sortierungsquotient von Steenhoff	29
5. Schrotzusammensetzung und Treber	29

Kapitel II

Das Maischen und die Lösungsvorgänge

I. Das Brauwasser	30
II. Lösung der schon wasserlöslichen Stoffe insgesamt (in Art und Menge)	33
III. Lösung und enzymatischer Abbau der einzel- nen Stoffe	34
A. Die vom Abbau erfaßten Stoffe insgesamt	34
B. Stärke	36
a) Diastasegehalt 37 — b) Schrotung 37 — c) Temperatur- einfluß 37 — d) Diastase-Schonung 40 — e) Diastase-Hemmung	40
C. Hemizellulosen und ihnen nahestehende Stoffe	41
D. Eiweiß	42
a) Methodisches	42
b) Abbau des Eiweiß bei festen Temperaturen	44
1. Eiweißgehalt der Gerste	45
2. Gehalt an proteolytischen Enzymen	45
3. Lösungsgrad	45
4. Schrot-Wasserverhältnis	48
5. Temperaturen und Zeitdauer	48
a) Optimaltemperaturen für ges. löslichen und dauernd löslichen Stickstoff	48
β) Temperaturen und Maischzeit für ges. löslichen und dauernd löslichen Stickstoff	51
γ) Optimaltemperatur für Formolstickstoff	54
δ) Optimaltemperatur für koagulablen Stickstoff	56
6. Schonung bzw. Vernichtung der proteolytischen Enzyme	58
7. Anregungs- bzw. Hemmungsstoffe	62
c) Eiweißabbau beim Kongreßverfahren	66
d) Eiweißabbau beim Maischen in der Praxis	67
a) Lösung von Stickstoff und Bildung von ges. löslichem und dauernd löslichem Stickstoff	68
β) Formolstickstoff	69
γ) Koagulierbarer Stickstoff	72
δ) Kolloidaler Stickstoff ausschließlich des koagulablen	72
e) Eiweißabbau und Ausbeute	76
f) Eiweißstoffe und Schaumhaltigkeit	76
E. Gerb- und Bitterstoffe	80
F. Mineralbestandteile (und ihre Umsetzung mit den Wasser- salzen)	82
IV. Bildung von Säure, Pufferung und ph	84
a) Titrationsazidität	84
b) Pufferung	86
c) ph	87
d) Biologische Säuerung	89
1. Zusatz von Sauergut zu Maische und Würze	89
a) Entwicklung des Säurungsverfahrens	89
β) Herstellung von Sauergut	90
γ) Verschiebung des ph	91
δ) Einwirkung auf die proteolytischen Enzyme	93

	Seite
e) Einwirkung auf diastatische und andere Enzyme . . .	95
ζ) Die Beeinflussung der Bruchbildung	95
η) Die Säuerung und ihre zweckmäßige Anwendung . .	96
2. Verwendung von biologisch gesäuertem Malz (Proteolytmalz)	97
V. Zusammenfassung	98

Kapitel III

Das Maischen und seine praktische Handhabung

A. Die Entwicklung des Maischvorganges bis zu Muntz Zeit (1830)	104
1. Älteste Verfahren bis 1000	104
2. Die Anfänge der technischen Gestaltung der Sudhausarbeit . .	105
3. Die Stärke des Bieres	106
4. Die Überleitung in systematische Arbeit (Entstehung des Dekoktionsverfahrens)	107
5. Die Einführung des Thermometers und des Drei-Maischverfahrens	108
6. Das Maischekochen und Läutern	109
7. Das Hopfen der Würze	110
8. Das Kühlen	111
9. Die Brauverfahren zu Zeiten Muntz	112
a) Das Köstritzer 112 — b) Das Sächsische 113 — c) Das Rheinische 113 — d) Das Bayrische 113 — e) Das Hopfenrösten 114	
10. Muntz als Praktiker und Wissenschaftler	114
B. Die Entwicklung bis zum Ende des vorigen Jahrhunderts	115
1. Das Absinken der Infusion	115
2. Die Zeit des Drei-Maischverfahrens	116
C. Die neueren Richtungen	117
1. Wissenschaftliche Ergebnisse als Richtlinien	117
2. Einmaischtemperaturen	118
3. Gußführung	119
4. Die üblichen Verfahren im einzelnen	120
a) Das Drei-Maischverfahren	120
b) Das Zwei- und Ein-Maischverfahren	120
a) Das Hochkurzmaisverfahren 120 — β) Normale Aufmaisverfahren 122	
5. Das Springmaisverfahren	123
6. Das Schmitzsche Verfahren	125
7. Verfahren Rutschmann und Rothenbücher	126
8. Das Kubessa-Verfahren	127
9. Das Vormaischen	128
10. Druckmaisverfahren	130

Kapitel IV

Die Einrichtungen zum Maischen

A. Maischbottich und Pfanne	132
B. Maischapparate	133
1. Vormaischer (außerhalb des Bottichs)	133
2. Maischvorrichtungen im Bottich	136
a) Die ersten maschinellen Vorrichtungen (zum Maischen und Aufhacken)	136

Inhaltsverzeichnis

XI

Seite

b) Der weitere Ausbau derselben (zum Austrebern)	138
a) Ausrüstung mit Schaufeln, Hacken, Flügel, Rechen, Haspeln	138
β) Ausrüstung mit Messern	140
γ) Der Maischflügel (Propeller)	142

Kapitel V

Maischverfahren und Biertypen	142
---	-----

Kapitel VI

Maischverfahren — Ausschnitte aus der Praxis	144
--	-----

Kapitel VII

Das Läutern

A. Das Läutern über den Läuterbottich	154
1. Die älteren Einrichtungen	154
2. Die Vorläufer des Senkbodens	155
3. Die älteren Auffassungen über die Auslaugung der Treber	156
4. Die Läuterböden	157
5. Die Teigbildung unter den Läuterböden	160
6. Die Läuterung durch vertikale Siebflächen	161
7. Die Verwendung von Hilfs-Läutergestellen	162
8. Vorrichtungen zum Fernhalten des Luftzutritts	163
9. Läuterhähne und Läuterbatterie	163
10. Das geschlossene Sammelrohr	165
11. Die Läuterhähne als Kontrollstellen	167
12. Minuths Arbeiten über Verbesserung der Läuterung	168
13. Die ununterbrochene Läuterung	170
a) Die Verwendung von Auflockerungsmaschinen und rotierenden Anschwänzern	170
β) Die Hoffmannsche Schwimmkiste	171
γ) Der Aussüßungsvorgang als Diffusions- und Verdrängungsvorgang	172
δ) Die letzten Nachgüsse	173
14. Grundsätze und gegenwärtiger Stand der Läuterungsfrage	175
B. Das Läutern unter Ausschaltung des Läuterbottichs	177
1. Einrichtungen und Anlagen, die sich nicht als brauchbar erwiesen haben	177
2. Filterpresse (Maischefilter)	178

Kapitel VIII

Das Kochen mit Hopfen

A. Zwecke und Ziele des Hopfenkochens	185
a) Die älteren und neueren Auffassungen insgesamt	185
b) Zwecke und Ziele im einzelnen	186
1. Die Sterilisation	186
2. Aromatisierung durch Hopfen	187
a) Duftbildung	187
β) Bitterung	189
β/a) Menge, Alter und Sorte des Hopfens	189
β/b) Zubereitungsart	190

	Seite
$\beta/c-e$) Art und Zeit der Zugabe, sowie Kochdauer . . .	191
β/f) Chemische Zusammensetzung des Wassers	194
β/g) und h) Säuregehalt und Stärke der Würze . . .	195
3./I) Die Eiweißausscheidung	195
a) Der „Bruch“ 195 — b) Die mengenmäßige Entstehung von Koagulat 196 — c) Die Ausfällung des koagulablen Eiweiß in Abhängigkeit vom Aziditätsgrad 197 — d) Desgl. von Zeit 198 — e/a) Desgl. vom Intensitätsgrad der Kochung 198 — e/ β) Die Ausfällung unter der Wirkung der Druckkochung 200 — f) Die Fällung in Abhängigkeit vom Hopfen 201 — g) Die Fällung durch Gerbstoff 202	
3./II) Der Heißtrub in Menge und chemischer Zusammensetzung	202
a) Die entfallenden Heißtrubmengen	202
b) Chemische Zusammensetzung des Heißtrubs	204
4. Die Verdampfung von Wasser	205
5. Aromatisierung durch Bildung von Malzaromastoffen . .	205
B. Die Vorgänge insgesamt beim Hopfenkochen	209
a) Umsetzungen zwischen den Salzen aus Würze und Wasser . .	209
b) Eiweißkoagulation	210
c) ph-Verschiebung	210
d) Extraktion des Hopfens und Umsetzungen der gelösten Stoffe .	211
e) Veränderungen der Viskosität und Farbe (Rohrzucker?). Aromatisierungsvorgänge	212
C. Trennung des Hopfens von der Würze	213
D. Ausbeute	217
E. Treber	218
F. Suddauer	220
G. Die Kochmittel (Feuer, Dampf usw.)	220
1. Die Feuerpfanne	220
2. Die Einführung der Dampfkochung	222
a) Die Boden- und Mantelheizung 222 — b) Die Heizung durch Röhren 225	
3. Die Zusatzkochung	226
4. Verbesserungen durch Formveränderung der Heizfläche und andere Verteilung der Wärmeübertragung (Hochleistungspfanne) .	229
a) Rotationskochung 229 — b) Doppelbeheizung von Boden und Mantel 230 — c) Druckkochung 233	
H. Die Pfannen in Anordnung und Dimensionierung	235
I. Das Sudhaus — Stätte der Schönheit	237

Kapitel IX

Die Kühlung

A. Kühlschiffe und Kühlschiffersatzbottiche	244
1. Kühlung durch Kühlschiffe	244
2. Kühlung durch Kühlschiffersatzbottiche (Umlautverfahren, Nathan-Verfahren)	248

	Seite
3. Die Belüftung der Würze	252
a) Die Bedeutung der Sauerstoffaufnahme	252
b) Die Belüftung in biologischer Hinsicht	254
4. Das neue Kühlschiffhaus und die Belüftungsfrage	255
a) Die Umgestaltung des alten Hauses 255 — b) Der Wrasen-	
schutz 256 — c) Die sterile Belüftung (Delbag, Möller) 257	
5. Die Abkühlungsvorgänge auf dem Kühlschiff in physikalisch-	
technischer Hinsicht	261
6. Die Trubabscheidung und die kolloid chemischen Vorgänge . .	262
a) Heißtrub (K Kühlschifftrub) 262 b) Kühltrub — Feintrub (Kühl-	
schiff) 263	
B. Kühlung durch Kühlapparate	264
1. Die Trubausscheidung (Feintrub)	264
2. Die Bedeutung des Feintrubs für Geschmack und Haltbarkeit	
(Glutintrübung)	265
3. Die Kühlapparate	267
a) Berieselungskühler 267 — b) Zylinderkühler 270 — c) Hori-	
zontale Gegenstromkühler 272 — d) Innenkühler 273 —	
d/a) Taschen- und Röhrenkühler 273 — d/β) Plattenkühler 275	
C. Sch wand	279
Alphabetisches Sachregister	280

Das Brauen

VON PROF. DR. F. SCHÖNFELD
ERSCHIEN IM GLEICHEN
VERLAGE

**HANDBUCH DER
BRAUEREI UND MÄLZEREI**

ERSTER BAND

**ROH- UND GRUNDSTOFFE UND
IHRE WANDLUNGEN BEI DER
MALZ- UND BIERBEREITUNG**

**51 ABBILDUNGEN / 505 S. /
GEB. RM. 25,20**

ZWEITER BAND

DAS MÄLZEN

**108 ABBILDUNGEN / 256 S. /
GEB. RM. 15,—**

Kapitel I

Das Reinigen und Schroten des Malzes

I. Das Reinigen

Von Keimen und etwaigen Verunreinigungen wie Reiser usw. befreit, ist das Malz in Silos eingelagert. Soll es dann zum Versand gebracht werden, unterwirft man es nochmals einer durchgreifenden Reinigung, um zugleich auch etwa angesammelten Staub zu entfernen. Gewöhnlich verbindet man damit auch eine Polierung, welche dem Korn einen gewissen Glanz, und dadurch ein gefälligeres Aussehen verleihen soll.

Diese Reinigung, so gründlich sie auch durchgeführt ist, genügt vielfach der Brauerei noch nicht. Ehe das Malz zum Schroten gelangt, läßt man es deshalb noch einmal eine Reinigungsanlage durchlaufen. Erst recht hält man dies für notwendig, wenn das Malz in der Brauerei schon gelagert hat, mag es sich um Kaufmalz oder selbst erzeugtes Malz handeln. Diese letzte Behandlung gilt besonders auch für erforderlich, um sicher zu gehen, daß nicht noch Sand, Sackbänder, Steine, Eisenteilchen, Reiserstückchen im Malz vorhanden sind, welche beim Durchgang durch die Mühle die Walzen beschädigen könnten.

Die der Schrotmühle vorgeschaltete Reinigungsanlage ist deshalb eine seit langem in den Brauereien bestehende Einrichtung ¹⁾).

In einfachen Anlagen werden einesteils die gröberen Verunreinigungen für sich, anderenteils Staub und Spelzenteile gemeinsam abgeführt, und letztere in einer Kammer gesammelt. In vollkommneren Anlagen werden Staub und Spelzen voneinander getrennt, wobei man ersteren besonderen Schlauchfilteranlagen oder Fliehkraft-Staubsammlern zuleitet (Cyklone). Verschiedentlich wird der die Spelzen umfassende Ausputz nochmals nachgelesen, um die etwa vorhandenen, aus angebrochenen Körnern entstandenen wertvollen Griesse wieder zu gewinnen. Teilweise sind auch die Maschinen noch mit einem Magnetapparat ausgestattet.

¹⁾ So fand z. Beispiel im Jahre 1888 in Stuttgart gelegentlich einer Ausstellung für Brauereiwesen ein Wettbewerb von 13 Reinigungs- und Poliermaschinen statt. (Wochenschrift f. Brauerei 1888 S. 959.)

In verschiedenster Weise hat man die Frage der Reinigung und Polierung gelöst.

Einige Systeme arbeiten in der Weise, daß das Malz einem Zylinder zugeführt wird, der im vorderen Teil mit engen, im hinteren Teil mit weiteren Schlitten versehen ist. Die engen Schlitten lassen die kleinen Anteile an Sand, Erde, Griesen, Spelzen und Malzkeimen, die weiteren Schlitten die Malzkörner durchfallen. Größere Verunreinigungen werden bis zum Ende der Trommel mitgenommen, und dort abgeworfen.

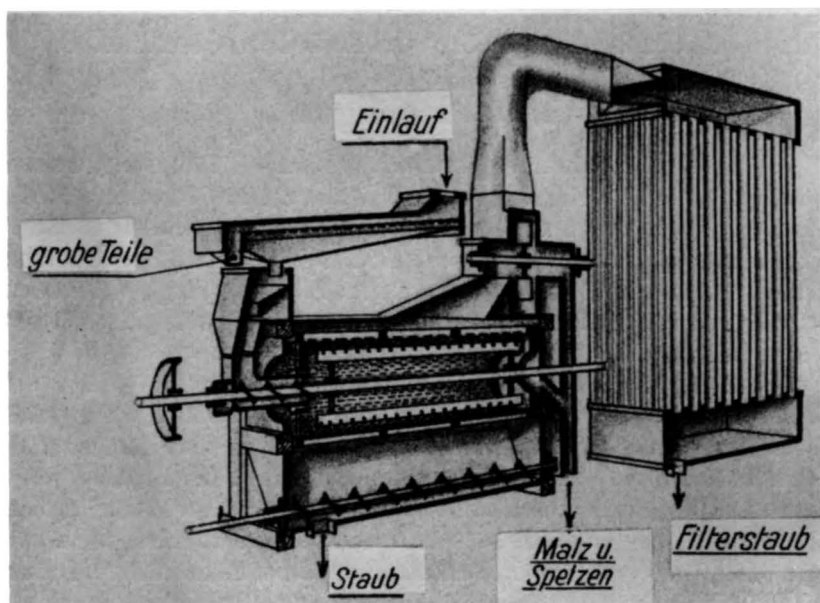


Abb. 1. Malzputzanlage

Andere wieder bestehen aus Siebvorrichtungen, welche planartig übereinander angeordnet sind. Die beiden oberen Siebe, darunter das sog. Steinsieb, halten die großen Verunreinigungen zurück. Auf dem unteren Sieb sammelt sich das Malz, während die kleineren Verunreinigungen hier durchfallen.

Noch andere stellen wieder eine Kombination zwischen Plansieben und Zylindersieben dar.

Das Polieren erfolgt teils bei der Fortbewegung des Malzes in der Trommel, wobei sich die Körner gegenseitig reiben und glätten. Teils werden besondere Poliermaschinen dazu benutzt, in welchen Rotationsbürsten entweder auf der Innenseite eines Siebmantels oder an schwach gewellten Flächen vorbeistreichen, und das zwischen Bürsten und Reibflächen hindurchtretende Malz polieren.

Gleich den Gerstenreinigungsmaschinen werden auch die Malzreinigungsmaschinen in ein festgeschlossenes Gehäuse eingebaut, welches eine wirksame Staubbeseitigung ohne Belästigungen ermöglicht.

Die Sauganlage kann eine verschiedene sein: Z. B. ist sie derartig angeordnet, daß sowohl beim Einlauf in die Maschine das Malz, welches in dünnem, breitem Strahl zufließt, dem Saugstrom entgegengeführt wird, als auch später noch beim Auslauf. Oder es sind die Plansiebe wie Siebtrommeln in die Saugleitung einbezogen, welche zum Ventilator, bzw. zum Sauglüfter führt, der dann die Abluft den Staubsammlern zuleitet.

Die an die Maschinen gestellten, nach und nach immer höher geschraubten Anforderungen dürfen indes nicht dazu führen, daß größere Abfallmengen an Griesen entstehen. Bauart sowohl wie Arbeitsgang müssen so sein, daß die Körner größtmögliche Schonung erfahren, und nicht in kleine Bruchstücke zerschlagen werden, die mit den Spelzen verloren gehen.

Wenn auch die Rückgewinnung der Griesen aus den Spelzen durch Zusatzapparate wieder durchführbar ist, so sucht man doch tunlichst ohne diese auszukommen, was um so mehr eine schonende Behandlung des Kornes in dem Hauptapparat voraussetzt. Denn beim Reinigungsverfahren soll auch möglichst vermieden werden, daß Spelzenstücke abgeschlagen werden, die noch Kernteile umschließen, weil damit auch wieder wertvolle Braustoffanteile verloren gehen können.

Doch nicht hiervon allein hängt es ab, welche Mengen an Abputz entfallen. Von Bedeutung ist auch die Behandlung der Gerste in der Dreschmaschine und beim Durchgang durch die Reinigungsmaschine, sowie der Lösungsgrad des Malzes.

Durch die Dreschmaschine stark angeschlagene, meist äußerlich schon als gekappt erkennbare, teils aber auch kaum als solche zu erkennende Körner sind im allgemeinen auch von der Basis an in der Längsrichtung in ihrer Spelze aufgeschlissen. Beim Keimen, und noch mehr beim Darren heben sich diese Spelzenteile sperrig ab, und bieten in ihrer Sperrigkeit dann beim Durchgang des Kornes durch die Malzreinigungsmaschine geringen Widerstand gegen Reibung und Schlag, so daß sie leicht abgetrennt werden. Dabei lassen sich auch Kernteile leicht mit abreißen.

Der Gefahr des Zerschlagenwerdens sind auch die halben Körner ausgesetzt, die durch den Gerstentrieur nicht ausgelesen wurden, sofern sie noch gekeimt und zur Lösung gebracht sind, wozu bekanntlich die Basisteile in vollem Maße fähig sind. Der gleichen Gefahr unterliegen schließlich aber auch mehr oder wenig unversehrt gebliebene Körner, wenn sie einen ausnehmend hohen Grad von Mürbheit besitzen, durch den ihre Widerstandsfähigkeit beträchtlich vermindert wird.

II. Das Schroten

A. Die Mühlenarten

1. Einfachste Mühlen

Zum Zerkleinern diente anfänglich der Mörser¹⁾, in welchem das Malz gequetscht wurde. Vom einfachen Handmörser baute man ihn nach und nach zum mehrfachen Stampfmörser aus, bei welchem Triebwerke die Stampfer hoben und senkten. Aus dem Mörserbetrieb entwickelte sich der Mühlenbetrieb. Der Stöpsel wurde durch ein Triebwerk in drehbare Bewegung versetzt, und das Korn damit gemahlen.

Das Zerkleinern übernimmt dann die Mahlmühle unter Benutzung von Mühlsteinen, oder auch die Kamradmühle²⁾

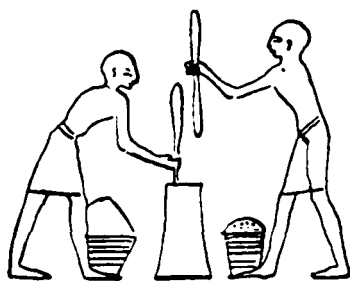


Abb. 2. Brauer zerstoßen Getreide zu Schrot
(Dr. E. Huber: Bier und Bierbereitung im alten Ägypten.)

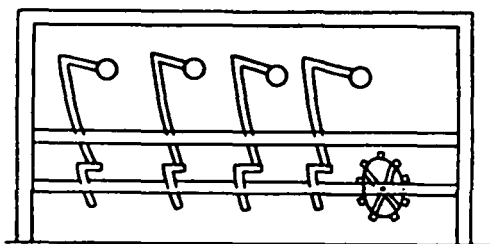


Abb. 3. Vierfacher Stampfmörser, um 1430.
(R. Knoblauch: Braugeschichtliches aus dem alten Kloster St. Gallen. 9.—11. Jahrh.)

Reicht für die Kleinbrauerei die Handmühle noch aus, wird sie für die größeren durch Wasserkraft oder Zugtiere angetrieben, wie es auch schon bei den alten Kulturvölkern gebräuchlich war.

Die einfachen Läutervorrichtungen ließen nicht zu, daß das Malz stark zerkleinert wurde. Man brach es möglichst nur 4—5 mal, wobei auch die Hülsen angemessen geschont wurden.

Für diese grobe Zerbrechung mußte das Darmmalz zähe sein. Zu dem Zweck sprengte man es mit Wasser ein. Dazu diente die Einsprenge, ein Raum auf dem Malzboden, oder neben dem Sudhaus. Die für einen Sud bestimmte Malzmenge wurde in einem Kasten (Gosse) abgemessen, und dann in die Einsprenge befördert. Nach dem Besprengen, bei welchem ein mehrmaliges Umschaukeln erfolgte, blieb es noch längere Zeit, zur möglichst gleichmäßigen Durchdringung, flach ausgebreitet liegen. Im allgemeinen genügten dazu 10—16 Stunden, während

¹⁾ Huber, Bier und Bierbereitung im alten Ägypten; R. Knoblauch, Braugeschichtliches aus dem alten Kloster St. Gallen S. 15.

²⁾ Benno Scharl, Die Braunbierbrauerei 1814, S. 80.

im Winter unter Umständen bis zu 40 Stunden ¹⁾ dazu erforderlich waren. Das Malz nahm dabei 10—15 Teile Wasser auf ²⁾, und quoll bis zu 20% seines Volumens auf. In den Ländern, in welchen die Steuer von dem eingesprengten Malz erhoben wurde, bemaß man das Einsprengen knapper, als es sonst zu geschehen pflegte.

War das Einsprengen völlig unerläßlich für das Brechen auf Mahlmühlen (mit Mühlsteinen), so erfolgte es gleichfalls auch bei Benutzung von Kammradmühlen, anfänglich wohl auch bei *Walzenmühlen*, die als weitere Verbesserung folgten.

Von dem Einsprengen geht man bald für die Walzenmühlen ab, und schrotet trocken.

Das geschrotete Malz längere Zeit liegen zu lassen, verbot sich wegen der Gefahr der Erwärmung. Ganz besonders war diese aber im Schrot aus dem eingesprengten Malz groß. Dennoch bestand die Auffassung, daß das Schrot aus eingesprengtem Malz einige Zeit, etwa bis zu einem Tage, das Schrot aus trockenem Malz bis zu zwei Tagen liegen bleiben könnte, bzw. sollte, ehe es im Sudhaus verarbeitet wurde, weil man sich von der Erfahrung leiten ließ, daß dann die Verarbeitung glatter vorstatten ging. Die Vorsicht gebot es aber, dabei zu beachten, daß das Schrot ausgebreitet, möglichst auch an einen kühlen Ort gebracht wird, um die Erwärmung zurückzuhalten. Das gefürchtete Ranzigwerden mußte vermieden werden, weil es sich auf das Bier überträgt. *Habich* verurteilt es deshalb auch, und tritt für das sofortige Vermaischen ein.

Die Erkenntnis bricht sich mehr und mehr durch, daß die Mahlmühlen mit Mühlsteinen sich weniger eignen, da sie die Hülsen zu sehr zerreißen, diese aber zur Erleichterung der Läuterung der Würze weitgehend geschont werden sollen ³⁾.

2. Walzenmühlen

a) Riffelwalzen

Man erkennt die Bedeutung der glatten Walzen, welche die Hülsen am wenigsten zerreißen, und dennoch den Mehlkörper reichlich weit zerkleinern. Trotz dieser Überlegenheit finden sie aber noch nicht rechten Eingang auf dem Kontinent, besonders nicht in Bayern, da ihre Verwendung sehr gut gelöstes Malz verlangt, dessen Herstellung aber dort nicht Mälzungsziel war. Man bevorzugte vielmehr zuerst fast nur die *Riffelwalzenmühlen*, obgleich sie die Hülsen weniger schonen, den Mehlkörper aber stärker zerkleinern. Zur vollkommeneren Aufschließung beim Maischen war es geboten. Auch die Walzenmühlen mit

¹⁾ *Paupie*, Die Kunst des Bierbrauens 1820, S. 206; *Balling*, Die Bierbrauerei 1854, S. 374.

²⁾ *Heiß*, Die Bierbrauerei 1853, S. 74.

³⁾ *Balling*, Die Bierbrauerei 1854, S. 372; *Habich*, Schule der Bierbrauerei 1868, II. Aufl., II. Teil, S. 204.

ungleicher Geschwindigkeit — sei es, daß die Walzen gleichen Durchmesser besitzen, und mit verschiedener Geschwindigkeit laufen, oder ungleichen Durchmesser besitzen, und mit gleicher Geschwindigkeit laufen —, schonen die Hüllen weniger, bzw. zerreißen aber den Mehlkörper stärker.

Um harte Gegenstände wie Steine, Eisen usw. herauszuwerfen oder durchfallen zu lassen, wenn sie zwischen die Walzen geraten, wird eine von ihnen beweglich gemacht, die dann aus ihrem Lager gehoben wird.

Mit der Einführung des Steinsiebes und des Magneten werden den Walzen festere Lager gegeben. Immerhin müssen sie, um nach Bedarf Schrot von erwünschtem Feinheitsgrad zu liefern, verstellbar sein, und doch fest genug gelagert, um auch harte Malzkörner in der erforderlichen Weise zu zerkleinern, ohne dabei durch das harte Malzgut auseinandergedrückt zu werden.

Verstellbar, bzw. verschiebbar können sowohl beide, als auch nur eine von ihnen gemacht werden, was mittels Schrauben, Hebel, welche mit Gewichten belastet werden, oder mit Federn oder Gummipolstern geschehen kann. Die Walzen müssen genau abgedreht, und genau gegeneinander gerichtet sein, damit an jeder Stelle das einlaufende Malz mit gleicher Wirkung zerkleinert wird. Für die gleichmäßige Zerkleinerungsarbeit ist eine gleichmäßige Zuführung des Malzes über die ganze Walzenfläche unbedingtes Erfordernis, damit nicht an den Stellen des stärkeren Zulaufs ein Abdrücken der Walzen stattfindet, und dadurch gröbere Schrotung als beabsichtigt zustande kommt, nicht auch unzerkleinerte Körner die Walzen passieren.

Die gleichmäßige Verteilung übernimmt die Speisewalze¹⁾, unter Umständen diese mit dem Schüttelsieb zusammen.

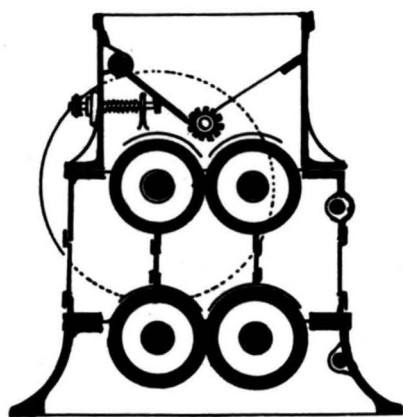


Abb. 4. Doppel-Walzenstuhl nach Riedinger

b) Glatte Walzen

Die geriffelten Walzen weichen mehr und mehr den glatten.

So konstruiert Steinek-ker¹⁾ um 1880 eine Zweiwalzenmühle mit glatten Walzen von gleichem Durchmesser und gleicher Umdrehungsgeschwindigkeit.

Riedinger¹⁾ baut um dieselbe Zeit eine Zwei- und Vierwalzenmühle mit glatten Walzen und verschiedener Umlaufgeschwindigkeit. (Abb. 4.) Bei der Vierwalzenmühle fällt dem oberen Walzen-

¹⁾ F. Faßbender, Die mechan. Technologie der Bierbrauerei und Malzfabrikation, Band III, 1885.

paar die Aufgabe zu, die Körner nur zu zerdrücken, während durch das untere, welches doppelte Umdrehung hat, die eigentliche Zerkleinerung bewirkt wird.

Gegenüber den Anlagen mit gleich großen Walzen treten die Mühlen mit ungleichen Walzen, von denen die größere gewöhnlich einen drei bis viermal so großen Durchmesser besitzt als die kleinere, zurück, zumal sie die Hülsen zu stark zerreißen, und die Gewinnung von Feinschrot mit viel kleinsten Griesen erschweren. (Abb. 5.)

An die Mühlen wird nun auch die selbsttätige Malzwage angeschlossen, welche die Kontrolle über die verschrotenen Malzmengen für die Steuerbehörde übernimmt (1893).

Sie werden auch zur Verhinderung der Staubbildung eingebaut, und die Walzen mit Abstreifern versehen, welche das Ansetzen von Malzmehl verhüten sollen.

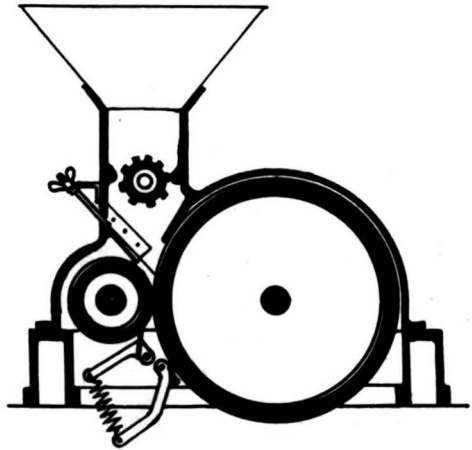


Abb. 5. Malzquetsche (Germania)

c) Schleudermühlen und Mahlscheiben

Ein kaum mehr als historisches Interesse hat der Versuch mit Schleudermühlen¹⁾ (Dismembratoren). In einem festen geschlossenen Gehäuse sind zwei gegenüberstehende Scheiben angebracht, von denen die eine auf horizontaler Achse beweglich, die andere fest ist. Auf ihren einander zugekehrten Flächen enthalten die Scheiben zahlreiche Stahlstifte in konzentrischen Reihen, derart, daß bei der Drehung der beweglichen Scheibe, welche etwa 600 Umdrehungen in der Minute macht, ihre Stifte zwischen die Stiftrihen der festen greifen. Das Malz wird dadurch einer hin- und hergehenden Schleudervirkung unterworfen und zerkleinert. Die Spelzen werden indes geschont, wie bei Walzenmühlen.

Einzubürgern vermochten sich auch nicht Mühlenkonstruktionen, bei welchen die Zerkleinerung durch vertikalgestellte, geriffelte Mahlscheiben (Broch und Henschler, Kassel)²⁾ geschieht.

d) Gangart der Mühlen

Die Frage über die Gangart der Mühlen wird diskutiert. Von einigen Praktikern wird betont, den Gang so zu verlangsamen, daß das

¹⁾ Goslich, Wochenschrift f. Brauerei 1885, S. 220.

²⁾ Wochenschrift f. Brauerei 1896, S. 1179.

Schroten der für einen Sud bestimmten Malzmenge sich auf mehrere Stunden erstreckt, und die Stundenleistung nicht mehr als etwa 3 dz beträgt. Es würde damit die weitgehendste Schonung der Spelzen, auch die gleichmäßigste Zerkleinerung erreicht, zugleich auch das Durchgleiten unzerkleinerter Körner verhindert werden.

Entgegen dieser Auffassung wird von anderer Seite geltend gemacht, daß eine schnelle Schrotung keineswegs von diesen Nachteilen begleitet zu sein braucht. Würde nur eine richtige Mühlenkonstruktion gewählt, dann könnte auch ein in jeder Hinsicht einwandfreies Schrot bei stärkster Spelzenschonung und vollständiger Ausmahlung gewonnen werden.

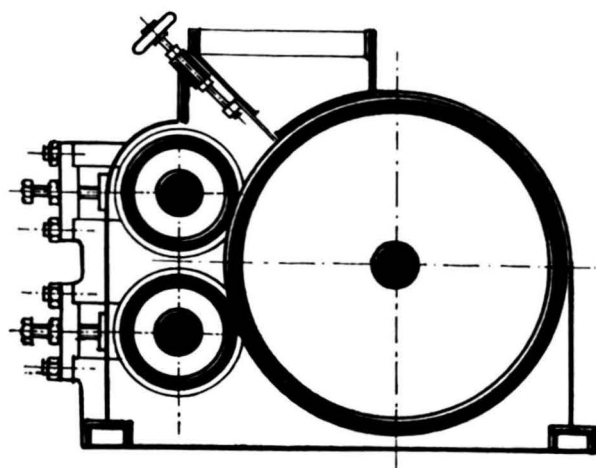


Abb. 6. Drei-Walzenmühle (Hauschild)

Für eine solche Konstruktion hielt man unter anderen die Dreiwalzenmühle von C. Hauschild¹⁾, welche mit einer großen und zwei kleinen Walzen ausgestattet war. Das Malz wird beim Durchgleiten zwischen der großen und der oberen kleinen Walze vorgequetscht, und erhält beim Durchgang zwischen der unteren

kleinen und der großen Walze die angestrebte Schrotfeinheit. Dabei gilt es nicht, das Korn zu wirklichem Mehl zu zermahlen, sondern feine Griesen herzustellen, welche die Treber locker halten, dadurch die Läuterung erleichtern, und dennoch theoretische Ausbeute erreichen lassen (Abb. 6).

Die Auffassung, den Mahlgang über Gebühr zu verlangsamen, vermochte sich nicht durchzusetzen. Doch faßte die Ansicht mehr und mehr Fuß, daß eine mäßig beschleunigte Gangart das beste und passendste Schrot liefere. Der schnelle Mahlgang wird verurteilt, weil er die Hülsen zu stark zersplittert, und zu viel Grobgries liefert. Das gleiche gilt für zu kleine Walzen.

So bildet sich schließlich ein Maßstab bezüglich des Baus der Mühlen in Leistungsfähigkeit und Größe aus. Dabei geht man von der durch Erfahrung gewonnenen Auffassung aus, daß die für einen Sud benötigte Malzmenge in etwa $1\frac{1}{2}$ —2 Stunden geschrotet sein soll. Die Größe einer

¹⁾ Hauschild, Wochenschrift f. Brauerei 1896, S. 1156.

Mühle wird also dann in passendem Verhältnis zu der Sudhauseinrichtung stehen, wenn ihre Stundenleistung der Hälfte der Einmaischmenge entspricht. Für eine Schüttung von 20 dz würde also (um ein Beispiel anzuführen), eine Mühle mit einer Stundenleistung von etwa 10 dz passen.

Allmählich tritt nun aber die *Zweiwalzenmühle* etwas in den Hintergrund. An dem Schrot, welches sie liefert, vermißt man die passende Zusammensetzung. Die Riffeln zerreißen die Spelzen stärker, als erwünscht ist, setzen sich auch im Laufe des Mahlganges mit Mehl zu. Das Schrot enthält entweder viel schlecht ausgeschälte Spelzen und viel Grobgriese, oder bei engerer Stellung einen zu hohen Anteil an Mehl. Aber auch die glatten Walzen schälen nicht immer gut aus, wenngleich sie die Hülsen weitgehender schonen. Mit Differentialgeschwindigkeit laufende Mühlen arbeiten schon besser.

e) Drei- und Vierwalzenmühlen

Mit der *Drei- und Vierwalzenmühle* entstanden dann Konstruktionen, welche in höherem Maße als die *Zweiwalzenmühlen* imstande waren, passendere Schrote zu liefern. Das Malz wird grob vorgebrochen, und im zweiten Mahlgang dann weiter zerkleinert. Für das Vorbrechen hielt man aber die Riffelwalze für geeigneter; während man für den zweiten Mahlgang wieder die Glattwalze wählte.

In der *Differentialgeschwindigkeit* lag dann das weitere Mittel, die Zerkleinerung so durchzuführen, wie es mit Rücksicht auf störungsfreien Läuterungsprozeß erforderlich war. Vorbedingung ist bekanntlich dazu tunlichst lockere Lagerung der Treber.

Die Spelzen dürfen deshalb möglichst nicht zerschlossen sein; der Anteil an Mehl muß verhältnismäßig niedrig, dagegen der Anteil an Gries möglichst hoch sein. Der Gries muß auch einen hohen Grad von Feinheit besitzen, damit die Gewinnung des Extraktes tunlichst restlos erfolgen kann, denn die Feingriese sind leichter und vollständiger durch die enzymatischen Vorgänge beim Maischen und durch Kochen aufschließbar als grobe, die deshalb im Schrot stark zurücktreten sollen.

Als grobe Griese fallen weniger die besser gelösten Teile des Endosperms als gerade die schlecht gelösten, die Spitzen und die benachbarten Teile der Furche, ab. Infolge ihrer Härte widerstehen sie dem Druck der Walzen. Ist die harte Beschaffenheit der Griese an sich schon einer Durchweichung und Aufschließung weniger günstig, trifft das in weit höherem Maße noch für größere und gröbere Griese zu. Diese deshalb einer weiteren Zerkleinerung durch ein zweites Walzenpaar zu unterziehen, ist darum um so zwingender.

f) Fünf- und Sechswalzenmühlen

In den Mühlenbau wird eine *neue Idee* hineingetragen: Das vom ersten Walzenpaar abfallende Schrot nicht direkt dem anderen zur

weiteren Zerkleinerung zuzuleiten, sondern es erst dem Sortierungsvorgang zu unterwerfen, Feingries und Mehl abzusieben, und dann die Grobgries und Hülsen nochmals nachzumahlen (Winde).

Eine weitere Verbesserung folgt auf dem Fuß. Die Grobgries werden durch ein zweites Sieb von den Hülsen getrennt, und für sich durch das zweite Walzenpaar nachgemahlen, die Hülsen dagegen sofort abgeleitet ¹⁾. (Seck 1900.)

Es kann auch umgekehrt verfahren werden, indem man die Gries direkt ableitet, und die Hülsen zur besseren Ausschälung durch das zweite Walzenpaar hindurchschickt.

Doch auch mit dieser Form ist das Ziel immer noch nicht erreicht. Wenn nicht sowohl Hülsen wie Grobgries getrennt einem Nachmah-

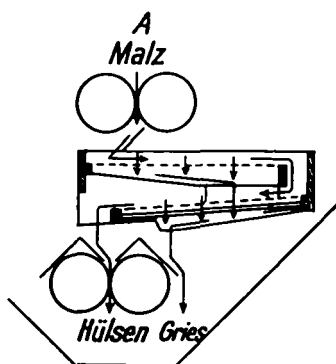


Abb. 7.
Nachmahlung der Hülsen
Vier-Walzenmühle (Mälg)

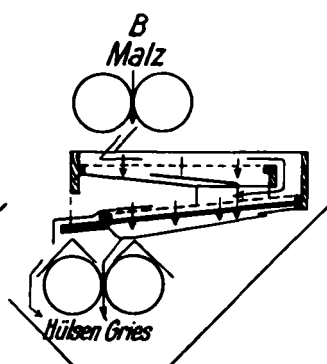


Abb. 8.
Nachmahlung der Gries

lungsvorgang unterworfen werden, läßt sich ein vollkommener Ausschälungs- und Zerkleinerungsprozeß niemals durchführen. Die Vierwalzenmühle, welche es nur gestattet, entweder die Gries oder die Hülsen nachzumahlen, muß deshalb in dieser Hinsicht versagen. Diese Aufgabe zu lösen ist nur eine Mühle mit mehr als zwei Walzenpaaren in der Lage. So entstand die Fünf-, bzw. Sechswalzenmühle. (Abb. 9 u. 10.)

Gleich wie bei der Vierwalzenmühle wird bei diesen der aus zwei Sieben bestehende Siebsatz zwischen oberem und mittlerem Walzenpaar eingebaut.

Doch auch bei dieser Konstruktion erkannte man noch Verbesserungsfähigkeiten. Wohl bedeutete die Nachmahlung der Hülsen neben der der Grobgries eine Vervollkommnung, doch ließ es die Konstruktion noch nicht zu, die bei der Nachmahlung der Hülsen anfallenden Grobgries weiter zu zerkleinern. Schuld daran war die Anordnung des

¹⁾ Wochenschrift f. Brauerei 1902, S. 423.

Blech wird das gequetschte Schrot dann weitergeschoben, um eine gleichmäßige Zuführung zu dem ersten Sieb zu erreichen, welches die Hülsen mit etwa noch eingeschlossenen Kernteilen von den Griesen und dem Mehl trennt. Fünf Siebe sind es im ganzen — zwei zwischen dem ersten und zweiten Mahlgang, und drei zwischen dem zweiten und dritten —, welche die Sichtarbeit durchführen. Die Hülsen gleiten in den zweiten Mahlgang hinein, und werden in zwei Parteien Hülsen, sowie Grobgries und Mehl zerlegt. Die Grobgriesen des ersten Mahlgangs werden mit den Grobgriesen aus dem zweiten Mahlgang zusammen, nach Absiebung von Feingriesen und Mehl, dem dritten Mahlgang zwecks weiterer Zerkleinerung zugeführt. Schließlich sorgen noch zwei Kanäle, welche die Aufgabe haben, das Schrot zu stauen, dafür, daß eine Staubentwicklung nach Möglichkeit vermieden, und damit eine Explosionsgefahr verhindert wird.

Die Anordnung bei der Sechswalzenmühle war nun derart, daß zwischen dem oberen und mittleren, sowie zwischen dem mittleren und unteren Walzenpaar je ein Hülsen- und Grobgriessieb eingebaut wird. Die von dem ersten Walzenpaar abfallenden Hülsen werden dem zweiten Walzenpaar zwecks weiterer Ausschälung, und die vom ersten wie zweiten Walzenpaar abfallenden Grobgriesen dem dritten Walzenpaar zwecks weiterer Zerkleinerung zugeführt. Die vom letzten Walzenpaar abfallenden

Mehle und Feingriesen werden mit denen vom ersten und zweiten Walzenpaar vereinigt.

Neben diesen Firmen bringen auch Amme, Giesicke & Konegen; Luther (beide jetzt mit Seck in Miag aufgegangen); Steinkker, Riedinger u. a. entsprechend neue Konstruktionen heraus.

g) Spaltapparat

Doch auch hiermit schien es, als ob der höchste technische Zustand in der Konstruktion noch nicht erreicht wäre. Ein Spaltapparat (Greffenius-Miag) sollte erst noch das Korn vor der Zerkleinerung durchschneiden, es in zwei Hälften teilen, um das Ausschälen, namentlich

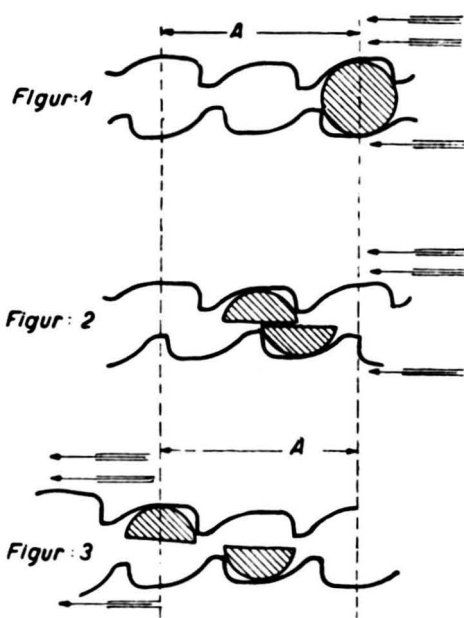


Abb. 11. Spaltvorgang

der Spitzen, welche bekanntlich am härtesten sind, noch weiter durchzuführen, und eine noch feinere griesigere Schrotung zu gewinnen.

Der Apparat besteht aus zwei kleinen Walzen. Die Speisewalze, welche mit entsprechenden Rillen ausgestattet ist, führt die Körner dem oberen Teil der unteren Spaltwalze zu. Diese sowohl wie die obere besitzt dem Korn angepaßte breite Mulden, welche einerseits flach, andererseits scharfkantig auslaufen. In entgegengesetzter Richtung greifen die scharfen Kanten in das Korn und zerschneiden es.

Der theoretisch richtige Gedanke, welcher dieser Absicht zugrundelag, wirkte sich indes in der Praxis allgemein nicht derart aus, daß greif-



Abb. 12. Gespaltene Körner

bare, in der Erhöhung der Ausbeute zutage tretende Vorteile erkenntlich waren.

Bestimmt zum Einbau in Mühlen jeden Systems, selbst neuzeitlichste Sechswalzenmühlen, wurden Steigerungen in der Schrotverbesserung in irgendwie praktischer Bedeutung hauptsächlich nur bei Mühlen älterer Konstruktion festgestellt. Was noch mit dazu beitrug, die Vorteile der neuen Erfindung aufzuheben, und sie zum Teil in Nachteile umzukehren, war die Beobachtung, daß die Spaltriffeln in kurzer Zeit abgestumpft werden, und dadurch zu einer erhöhten Bildung von Mehl Anlaß geben. Es sollte gerade ein Vorzug des Spaltapparates sein, den Anfall an Mehl herabzumindern, und den an Gries zu erhöhen; neben der vollständigeren Ausschälung der Spelzen. Selbst die Verwendung kleinkalibriger Walzen statt der großkalibrigen, welchen als Hülsen- bzw. Grieswalzen die Nach-

zerkleinerung zufällt, vermochte diese Nachteile nicht auszugleichen. Der kleinere Weg, den Hülzen und Griesen zwischen den kleinkalibrigen Walzen zurücklegen, ist nicht imstande, die stärkere Mehlbildung zu verhindern.

B. Die Walzen selbst

Bei der Konstruktion der Walzen in Material, Durchmesser, Länge, Oberflächenbeschaffenheit, Umdrehungsgeschwindigkeit usw. mußten diejenigen Gesichtspunkte maßgebend sein, welche sich aus der Zweckbestimmung des Schroten ableiten.

Das Schrot soll eine bestimmte Beschaffenheit besitzen, welche einmal eine schnelle und restlose Trennung der Würze von den Trebern gestattet, und zugleich weitgehendste Gewinnung der Wertbestandteile sichert. Dem ersten Zweck wird es dann am meisten gerecht, wenn die Spelzen des Malzkornes möglichst unzerrissen bleiben, der Kern des Kornes in Griesen zerlegt, und nur ein geringer Anteil an Mehl gewonnen wird.

Als eine ideale Zusammensetzung würde es anzusehen sein, wenn das Schrot nur aus geschonten Spelzen und Feingriesen bestände. Ein solcher Zustand ist aber praktisch nicht erreichbar, da beim Mahlgang die Bildung von Mehl niemals verhindert, der Gries dabei auch nicht sämtlich in Feingriesen übergeführt werden kann. Zudem würde ein derartiges Schrot nicht die erwünschte lockere Lagerung der Treber gestatten. Die völlig ausgeschälten Spelzen legen sich flach, bilden mit den feinen Griesen eine dichte Masse, welche die Würze nur langsam durchlaufen läßt. Die Erfahrungen in der Praxis gehen auch ausnahmslos dahin, daß die Spelzen mit Rücksicht auf die Läuterung nicht völlig ausgeschält werden dürfen. Die von den Spelzen noch umschlossenen Kernteile bauen unzählige Brücken in der Treberschicht, und halten diese dadurch sperrig, so daß ein schneller und glatter Würzeablauf erfolgen kann.

Ein hoher Mehlan teil ist nicht nur nicht erwünscht, sondern direkt nachteilig. Er behindert durch die schleimig quellige Beschaffenheit seines Rückstandes den Abfluß der Würze. Bezüglich der Ausbeutung bietet das Mehl aber keinen Vorteil vor den Feingriesen, die sich ebenso leicht und vollständig wie das Mehl aufschließen lassen. Andererseits sind diese aber einer schnellen und vollständigen Abläuterung nicht hinderlich.

Da praktisch ein Anfall an Mehl beim Schroten nicht umgangen werden kann, muß es das Bestreben sein, den Anteil so niedrig wie möglich zu halten. Bei der Bemessung des Durchmessers der Walzen ist auf dieses Moment besonders Rücksicht zu nehmen. Wird das Korn gezwungen, zwischen den Walzen einen langen Weg zurückzulegen, unterliegt es einer längeren Zeit dem Walzendruck, was zur Folge hat, daß sich reichlich viel Mehl bilden kann. Um so mehr, je besser gelöstes Malz zur Verschrotung gelangt.

Für die *Durchgangszeit* des Kornes bzw. des Schrotes durch die Walzen muß darum eine Zeitdauer gewählt werden, welche gerade hinreicht, das Korn angemessen zu zerkleinern, und das Schrot nach Erreichung dieses Zustandes abzuführen, damit es nicht auf einem noch längeren Wege einer noch weiteren Zerkleinerung ausgesetzt wird. So ergaben sich die erforderlichen Richtlinien für die Wahl des Durchmessers der Walzen, die im übrigen die gleiche Stärke haben, und so kam man im Laufe der Zeit auf Modelle, welche im großen und ganzen einen *Durchmesser* zwischen 220 und 250 mm besitzen.

Den Maßstab für die *Länge* der Walzen gab mehr und mehr die Anpassung an die zu fordernde Leistung, was dazu führte, Längen zwischen 400 und 1500 mm zu wählen.

Besondere Bedeutung beansprucht die *Oberfläche* der Walzen.

Vergleicht man die Wirkung von *Riffelwalzen* mit der von *glatten* Walzen bei gleichen Durchmessern und Umdrehungen, so ergibt sich, daß die Riffelwalzen das Korn sowohl zerdrücken wie zerreißen, und durch diese Kombination eine starke Zerkleinerungswirkung ausüben. Sie werden sich also für die Schrotung von Hartmalz besonders gut eignen. Glatte Walzen dagegen zerdrücken nur. Ihre Zerkleinerungswirkung ist schwächer, so daß harte Körner, da sie mehr Widerstand leisten, nicht so weit zerkleinert werden. Sie passen also mehr für die Schrotung von Mürbmalz.

Es führten sich deshalb auch die Riffelwalzen auf dem Kontinent besser ein, da es früher nicht Mälzungsziel war, ausgesprochenes Mürbmalz herzustellen; also oft genug harte Malze zur Verarbeitung gelangten.

Da aber das Schroten mit geriffelten Walzen den Nachteil hat, daß die Hülsen nicht genügend geschont werden, findet mehr und mehr ein Übergang von den geriffelten zu den glatten Walzen statt. In dieser Erkenntnis bauten in den 80er Jahren *Riedinger* und *Steinecker* ihre Zwei- bzw. Vierwalzenmühlen mit glatten Walzen. Doch wiederum verschieben sich die Auffassungen bei der Konstruktion der Vierwalzenmühlen. Dem ersten Walzenpaar gibt man geriffelte, und nur dem zweiten Walzenpaar glatte Oberfläche. Aber damit nicht genug. Die Erfahrungen mit der Sechswalzenmühle lassen es wieder ratsam erscheinen, das obere (Vorbrech-)Walzenpaar, sowie das zweite, das Hülsenwalzenpaar, mit glatten Oberflächen zu versehen, und nur dem dritten Walzenpaar, welches die Grobgriese nachzumahlen hat, geriffelte Oberfläche zu geben.

Die Schonung der Hülsen rückt man damit wieder mehr in den Vordergrund, was bekanntlich wirksamer durch Glattwalzen geschieht. Und da die Hülsen durch das zweite Walzenpaar nachgemahlen werden, um die noch festgehaltenen Kernteile herauszuschälen und zu zerkleinern, erweist sich auch hierfür die glatte Walze als die passendere.

Daß für die Grieswalzen Riffelung gewählt wird, ist auch wieder der Erfahrung entnommen, welche gezeigt hat, daß die Zerreißung in kleinere Griesse durch Riffeln wirksamer erfolgt als durch glatte Walzen, zugleich aber auch die Zermahlung in Feinmehl behindert wird.

Diese Kombination gilt in erster Linie für die Herstellung von Schrot für Läuterbottichbetriebe. Für Maischefilter, bei welchem mit erheblich feinerem Schrot gearbeitet wird, das namentlich bezüglich der Spelzen keiner so hochgradigen Schonung bedarf wie Läuterbottichschrot, benutzt man deshalb gar keine Glattwalzen mehr, sondern nur geriffelte, zumal auch auf einen möglichst hohen Gehalt an Feingriesen hingearbeitet werden soll.

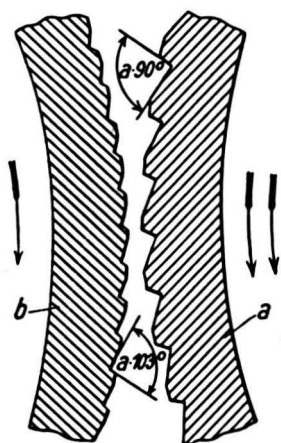


Abb. 13. Walzen mit verschiedenen Furchenwinkeln (Seck)

Gleich in der Wirkung der Zerkleinerung ist es nun aber nicht, welcher Art die Riffelung ist. Auf diesen Unterschied lenkt u. a. eine Konstruktion der Fa. Seck¹⁾ hin. Sie gibt den Riffeln der schnelllaufenden Walze einen Furchenwinkel von 90°, und den der langsamlaufenden Walze von 103°, und kombiniert eine schnelllaufende mit einer langsamlaufenden zu einem Walzenpaar. Im Laufe der Zeit treten hierin aber auch wieder Änderungen ein, und man läßt die Walzen, die nun nicht mehr verschiedene Furchenwinkel haben, entweder „Schnitt auf Schnitt“ oder „Rücken auf Rücken“ laufen.

Ein wichtiges Hilfsmittel bei der Schro-tung erkannte man frühzeitig schon in der ungleichen Umdrehungsgeschwindigkeit der Walzen, welches mitwirkt, die Mehlbildung zurückzuhalten und die Griesbildung zu erhöhen. Je mehr der Mühlenbau von der Zweiwalzenmühle zu der Vier- und Mehrwalzenmühle übergeht, um so mehr arbeiten sich feste Richtlinien für die Gangart der einzelnen Walzenpaare aus. Diejenigen Mahlgänge, welche unter stärkster Schonung der Hülsen arbeiten sollen, erhalten mehr gleichlaufende, die anderen mehr Differentialgeschwindigkeit. So stattet man z. B. Sechswalzenmühlen in neuester Zeit vorteilhaft mit gleicher Umdrehungsgeschwindigkeit bei dem ersten und zweiten Walzenpaar, mit differenzierter bei dem Grieswalzenpaar aus. Für Maischefilterschrot werden dagegen passenderweise sämtliche Walzen mit Differentialgeschwindigkeit betrieben.

Der Unterschied in der Geschwindigkeit stellt sich dabei wie etwa 2:5.

¹⁾ Wochenschrift f. Brauerei 1905, S. 683;

Die *Tourenzahl* paßt sich allmählich der Zweckbestimmung an. Im großen und ganzen bewegen sich die Walzen mit einer Geschwindigkeit zwischen 180 und 330 Umdrehungen in der Minute, erreichen bei manchen Systemen unter Umständen aber auch eine Tourenzahl von 400 und darüber.

Die oberen Walzen, welche das Malz vorbereiten, bzw. die Hülsen nachmahlen, werden in ihrer Geschwindigkeit gegenüber dem untersten Walzenpaar zurückgehalten ¹⁾).

C. Die Siebe

Um zweckentsprechendes Schrot zu erhalten, genügte es nicht allein, von der Zweiwalzenmühle zu der Mehrwalzenmühle überzugehen. Ein wichtiges Erfordernis war es auch, vor der Zerkleinerung durch Nachmahlwalzen die kleinsten Anteile (Mehl und feine Griesse) abzutrennen, und den Nachmahlwalzen nur diejenigen Bestandteile in lockerem Strom zuzuführen, welche noch weiter zerkleinert werden sollen. Die Wirkung der Nachmahlung wird dann um so vollkommener, je entlasteter die Nachmahlgänge sind. So bildet sich allmählich ein *Siebsystem* heraus, welches sich nach und nach zu einem System mit 4 bzw. 5 Sieben aufbaut.

Genügte anfänglich eine Sortierung durch einen zweiteiligen Siebsatz, mit 64 bzw. 6 Maschen je qcm ²⁾), so ging man auch mehr und mehr mit dem Übergang zu feinerer Schrotung von der Anwendung grobmäschiger Siebe ab, und ersetzte sie durch feinmäschigere. Für die einzelnen Siebe werden *Maschenweiten* gewählt, bei denen die Zahl der Maschen in den Grenzen von 24 bis 200 je qcm liegt ³⁾).

Um die Schlitze der Siebe ständig offen zu halten, werden auf dem

¹⁾ Beispiel für Läuterbottichschrot:

oberes Walzenpaar	180 oder 200
mittleres Walzenpaar	220 oder 250
unteres Walzenpaar	300/120 oder 330/130.

Beispiel für Maischefilterschrot:

oberes Walzenpaar	260/130
mittleres Walzenpaar	260/130
unteres Walzenpaar	330/150.

²⁾ Bühler, Allg. Zeitschrift f. Bierbrauerei und Malzfabrikation 1908, S. 453.

³⁾ Doppelter Siebsatz zwischen 2. und 3., bzw. zwischen 3. und 4. Walzenpaar bei Sechswalzenmühle.

Für Läuterbottichschrot:

oberer Siebsatz		unterer Siebsatz	
oberes Sieb	30 Maschen	oberes Sieb	24 Maschen
unteres Sieb	70 Maschen	unteres Sieb	70 Maschen

Für Maischefilterschrot:

oberer Siebsatz		unterer Siebsatz	
oberes Sieb	35 Maschen	oberes Sieb	24 Maschen
unteres Sieb	180 Maschen	unteres Sieb	180 Maschen



grobmaschigen Unterboden derselben Gummikugeln hin und her bewegt, die unter der Wirkung des Rüttelns durch reibenden, stoßenden und klopfenden Anschlag ein Zusetzen der Schlitzte verhüten.

Um die Überlastung der Siebe zu verhindern, muß ihnen eine möglichst große Fläche gegeben werden, d. h. sie müssen in entsprechendem Verhältnis zu den von den Walzen anfallenden Schrotmassen stehen, damit eine vollkommene Sichtung stattfinden kann. Sie ist eine wesentliche Voraussetzung für die vollständige Ausschälung der Spelzen und Zerkleinerung der Griese, welche nur erfolgen kann, wenn die unteren Walzen entsprechend entlastet werden.

Günstig auf den Sichtungsvorgang wirkt auch eine s c h r ä g e A n o r d n u n g der Siebe mit ansteigender Fortbewegung des Schrotes.

Diesen Anforderungen vermag eine Mühle am weitgehendsten zu genügen, wenn sie möglichst lange Walzen besitzt, und die Leistung in angemessenen Grenzen gehalten wird. Als ein günstiges Verhältnis zwischen Sieb- und Mahlfläche, bzw. Siebfläche und Oberfläche der Walzen ist es anzusehen, wenn die Mahlfläche über das $1\frac{1}{2}$ fache der Siebfläche nicht hinausgeht.

D. Leistung

Die L e i s t u n g der Mühlen ist unter Berücksichtigung ihrer Zweckbestimmung von der Umdrehungsgeschwindigkeit und der Länge der Walzen abhängig. Sie ist größer je Meter Walzenlänge bei längeren Walzen als bei kürzeren. Aber auch bei der Einstellung auf Grobschrot ist die Leistung — absolut sowohl wie auf einen Meter Walzenlänge berechnet — trotz langsamerer Umdrehung größer als bei der Einstellung auf Feinschrot.

Traf es unter früheren Verhältnissen noch zu, daß die Leistung der Mühle von der Zahl der Walzen abhängig war, so besteht eine solche Beziehung bei den neuzeitlichen Konstruktionen nicht mehr. Eine Vierwalzenmühle kann genau so leistungsfähig sein, wie eine Fünf- oder Sechswalzenmühle, wie aus folgender Gegenüberstellung zu ersehen ist.

Sechs-Walzenmühle Miag.

Länge der Walzen	Stundenleistung		Stundenlei- stung auf 1 m Walzenlänge berechnet		Kraftbedarf PS		Umdrehung		
	Grob- schrot	Fein- schrot	Grob- schrot	Fein- schrot	Grob- schrot	Fein- schrot	oben		un- ten
	dz	dz	dz	dz	dz	dz	grob	fein	
350 mm	7,5—9	5,5—6,5	21—26	16—20	1,5—2	4—5	200	300	—
600 mm	15,5—18,5	12—15	27—30	20—25	2,5—3	7—9	200	250	—
1000 mm	27,5—32,5	20—25	27—32	20—25	6—7	11—15	200	250	300
1250 mm	33—39	25—31	27—32	20—25	8—9	13—18	200	250	300

Vier-Walzenmühle Miag.

Länge der Walzen	Stundenleistung		Stundenlei- stung auf 1 m Walzenlänge berechnet		Kraftbedarf PS		Umdrehung	
	Grob- schrot dz	Fein- schrot dz	Grob- schrot dz	Fein- schrot dz	Grob- schrot	Fein- schrot	oben grob	un- ten fein
400 mm	10—12	8—10	25—30	20—25	1,5—2	4,5—6		
600 mm	15,5—18,5	12—15	28—31	20—25	2¼—2¾	7—9		
1000 mm	27,1—32	20—25	27—32	20—25	3½—4	11—15		

III. Die Entwicklung der Schrotfrage

1. Schrotsortierung durch verschiedene Siebe

Die Entwicklung der Schrotmühle von der Mahlmühle und der Kammradmühle zu der Zweiwalzenmühle, und weiter über die Drei-, Vier-, Fünf- und Sechswalzenmühle war eine Folge der Diskussion der Läuterungs- und Ausbeutefrage.

Die Wissenschaft ging hierin voran. Schrote verschiedenster Art wurden vermaischt, und die Beziehung zwischen ihnen und den gewonnenen Extraktmengen festgestellt. Man verglich damit die in der Praxis hergestellten und verarbeiteten Schrote. So kam die Frage in Fluß, in welcher Weise das Schrot verbessert werden mußte und konnte. Dabei durfte nicht der nicht minder wichtige, ja vielmehr der noch wichtigere Gesichtspunkt aus dem Auge gelassen werden, daß die Extraktgewinnung aus der Maische unter Anwendung von praktisch möglichst einfach durchführbaren Verfahren (Abläuterung) erfolgen muß. Die günstigsten Bedingungen hierfür sah man — was auch jetzt noch gilt — in der lockereren Lagerung der Treber, die wieder nur dann zustande kam, wenn Schrot vermaischt wurde, welches wenig Mehl, aber viel Gries und gut erhaltene Spelzen enthielt.

Zu den ersten, welche sich mit der Beziehung zwischen der Schrotzusammensetzung und Ausbeute befaßten, gehörte L. A u b r y ¹⁾.

Er stellte den Satz auf, daß eine gute Schrotung mindestens 50% Feingries und Mehl enthalten soll, welche durch ein Sieb mit Maschenweite von 1 mm hindurchgehen; anderenfalls erhebliche Ausbeuteverluste zu erwarten sind.

Diese rohe Zerlegung des Schrotes genügte aber bald den Anforderungen nicht mehr. Eine bessere Beurteilung ermöglichte dann das Steinecker-Vogelsche dreiteilige Sieb (Maschenweite 1,55 mm Hülsen, 0,55 mm Gries, unter 0,55 mm Mehl).

¹⁾ A u b r y, Zeitschrift f. ges. Brauwesen 1885, S. 139.

Mit der weiteren Entwicklung des Mühlenbaus stellte sich indes von neuem die Notwendigkeit heraus, das Schrot einer noch schärferen Sortierung zu unterwerfen, um auch kleinste Änderungen bezüglich der Auswirkung der Konstruktionen zu erfassen. Man kam so zu dem **sechsteiligen Siebsatz**, wobei man wieder die Tatsache zugrundelegen mußte, daß es ein Schrot zu sortieren galt, bei welchem der Anteil an Feinmehl niedrig, der Anteil an Griesen hoch sein soll, und das Grieskorn selbst über eine gewisse Größe nicht hinausgehen darf.

So baute **Reinke**¹⁾ das **Vogelsche Sieb** zu einem sechsteiligen Siebsatz aus, bei welchem

das oberste Sieb	eine Maschenweite von 2,3 mm (Hülsen)
das zweite „ „	„ „ 1,55 „ „
das dritte „ „	„ „ 1,05 „ (Gries)
das vierte „ „	„ „ 0,55 „ „
das fünfte „ „	„ „ 0,25 „ (Grobmehl)

hatte.

Jalowetz benutzte einen Siebsatz, bei welchem

das oberste Sieb	auf 1 qcm	16 Maschen (Spelzen)
das zweite „ „	1 „	36 „ (Grobgries I)
das dritte „ „	1 „	64 „ (Grobgries II)
das vierte „ „	1 „	144 „ (Feingries I)
das fünfte „ „	1 „	196 „ (Feingries II)
der Boden		(Mehl) enthielt.

Aus den Untersuchungen, welche **Reinke** bei acht Brauereien ausführte, ist aber zu ersehen, daß die Schrote, wie man sie damals benutzte, noch erheblich grob waren. An Feingries und Mehl, den Bestandteilen, welche durch das Sieb mit Maschenweite 1,05 mm hindurchgehen, enthielten sie zwischen 28 und 53%, an Hülsen dagegen, die durch ein Sieb von 1,55 mm Maschenweite nicht hindurchgehen, den hohen Anteil von 25—50%.

Analog gibt **Bühler**²⁾ als Norm für Schrot von Malzen normaler Lösung und mittlerem Wassergehalt bei Verwendung der älteren Mühlenkonstruktion bei Benutzung des **Jalowetz**siebes einen Gehalt von 45% an Feingries und Mehl, und an Spelzen einen Gehalt von 30% an.

2. Extraktgewinnung aus den einzelnen Sortierungen

Um einen Einblick in die Extraktergiebigkeit der einzelnen Sortierungen zu gewinnen, vermaischte **Bühler** diese für sich, und

¹⁾ **Reinke**, Wochenschrift f. Brauerei 1905, S. 452.

²⁾ **Bühler**, Allg. Zeitschrift f. Bierbrauerei und Malzfabrikation 1906, S. 549.

find¹⁾, wie nicht anders zu erwarten war, daß sie in der Reihe ihres Anfalls einen immer höheren Extraktgehalt lieferten. Bei den drei ersten Sortierungen (Spelzen und Grobgries) war die Zunahme von Stufe zu Stufe stark sprunghaft, bei den drei letzten dagegen nur sehr gering. Unterschiede ergaben sich auch in der Verzuckerungszeit, die bei Sortierung I und II am niedrigsten, bei Mehl dagegen, worauf auch R e i n k e schon hingewiesen hatte, am höchsten war.

Begründet ist dieser Unterschied darin, daß in dem Spelzen- und Grobgriesanteil die Hauptezeugungsstätten der Diastase enthalten sind: die Aleuronschichten und die Blattkeime, welche der Zerkleinerung am meisten Widerstand entgegensetzen²⁾.

Die Bedeutung der weiteren Zerkleinerung der Griesse für die vollständigere Erschöpfung der Extraktwerte, legte B ü h l e r dadurch dar, daß er die Sorten der Reihe nach in ihrer jeweils anfallenden Beschaffenheit vermaischte, sie außerdem zu Feinmehl ausmahlte und wieder vermaischte. Dabei stellte er fest, daß durch die Zerkleinerung aus dem Grobgries I (zweites Sieb: Maschenzahl 36) bis annähernd 10%, aus dem Grobgries II (drittes Sieb: Maschenzahl 64) bis 4% mehr Extrakt gewonnen werden konnte. Die Feingriesse (die Griesse, welche durch das Sieb mit 64 Maschen hindurchgehen) gaben beim Vermahlen indes nichts mehr her.

Auch B l e i s c h³⁾ gelangt auf Grund von Untersuchungen zu denselben Ergebnissen, daß durch weitere Zermahlung von Feingries zu Mehl eine Ausbeuteerhöhung nicht erreicht wird. Dabei ist Feingries im Sinne von B ü h l e r und B l e i s c h der Anteil, welcher durch das Sieb III vom Jalowetz-Bühlersieb, mit Maschenanzahl von 64 pro qcm hindurchfällt, und damit schon denjenigen Anteil in sich schließt, welcher nach dem Pfungstädter Plansichter außer Feingries und Mehl auch noch Sor-

¹⁾ Sortierung:

Anteile von	Durch Maischen nach dem Kongreßverfahren aufgeschlossen. Extrakt in Tr. der betreffenden Sortierung		Farbe der Würze ccm n/10 Jod
	Malz A %	Malz B %	Malz A
Sieb I.	48,2	57,5	1,1
Sieb II.	62,9	72,4	0,8
Sieb III.	76,8	86,3	0,6
Sieb IV.	88,7	85,6	0,5
Sieb V.	90,2	—	0,3
Letzter Anteil	92,8	87,2	0,2

²⁾ Miller, Zeitschrift für ges. Brauwesen 1911, S. 61.

³⁾ Bleisch, Zeitschrift für ges. Brauwesen 1908, S. 75.

tierung III, d. h. Grobgries II, und auch einen entsprechenden Anteil von Sorte II (Gries) des Steinecker-Vogelschen Siebes umfaßt. Es geht also daraus hervor, daß Grobgries II des Pfungstädter Siebes bei weiterer Zermahlung in Mehl eine Ausbeutesteigerung nicht mehr erfährt ¹⁾).

In Zusammenhang hiermit stellte Bühler ferner fest, daß durch das Maischekochen aus den groben Griesen noch Extrakt gewonnen werden kann, dieser Gewinn aber im allgemeinen hinter der Mehrausbeute zurückbleibt, welche beim Vermaischen der zu Mehl zermahlenen Griesen nach dem Kongreßverfahren unter Ausschaltung des Maischekochens entsteht.

Die durch das Maischekochen zu erreichende Mehrausbeute ist schon nach Verlauf von 15 Minuten Kochzeit zu erzielen, so daß eine weitere Verlängerung zu keiner weiteren Aufschließung und Ausbeuteerhöhung mehr führt.

Diese Feststellungen gewähren nicht nur einen lehrreichen Einblick in die physikalische, sondern auch in die chemische Zusammensetzung des Malzkornes. Die harten Teile entziehen sich am meisten der Zerkleinerung. Die mürben Teile werden am ehesten erfaßt; sie geben das Mehl und die feinen Griesen. Die ersteren die groben. Mehl und Feingriesen, die mürbsten Teile, sind aber auch diejenigen, welche den höchsten Brauwert besitzen. Umgekehrt die harten Anteile, die Grobgriesen. D. h. diejenigen Anteile des Kornes, bei denen die Nicht- bzw. geringwertigen Braustoffe, wie Eiweiß, Fett, Zellulose, Hemizellulose, Pektin und Mineralstoffe am stärksten angehäuft sind. Aus ihnen kann man immerhin noch bei der Zermahlung in Feingriesen und Mehl ein nicht unwesentliches Ausbeuteplus herausholen.

Die Frage der Schrotzusammensetzung wird weiter diskutiert, namentlich nachdem die Sechswalzenmühle Eingang in Brauereien gefunden hatte.

U. a. ist es Bleisch ²⁾, welcher auf die Überlegenheit des Seckmühlenschrotes hinweist, bei welchem die Hülsen viel sorgfältiger als bei anderen Konstruktionen ausgeschält werden können; z. B. Spelzen 12—15%, Grobgries I und II 20—32%, Feingries I und II 25 bis 30%, Mehl 23—32%. Fast der gleichen Auffassung huldigt auch Fries.

Wenn somit die Schrotfrage mehr und mehr das Interesse von Praxis und Wissenschaft wachruft, so werden doch die Erwartungen auf die Rückwirkungen der Verbesserungen der Mühlen und Schrote in bezug auf die Ausbeute allermeist getäuscht. Nicht Hand in Hand gehen die Ausbeuteerhöhungen mit Schrotverbesserungen. Vielfachste vergleichende Bestimmungen (Bleisch, Windisch ³⁾ u. a.) kommen zu

¹⁾ Siehe Tabelle S. 21.

²⁾ Bleisch, Zeitschrift f. ges. Brauwesen 1908, S. 75.

³⁾ Windisch, Jahrbuch der V. L. B. 1906, S. 33, 154, 537 u. a.

dem Ergebnis, daß verschiedentlich eine Ausbeuteerhöhung gegenüber guten Mühlen älterer Konstruktionen überhaupt nicht erreicht wird, daß sie günstigenfalls aber, normales Malz vorausgesetzt, kaum mehr als 0,5—1,0% beträgt.

Die Vorteile der besseren Schrotzusammensetzung lassen sich in dem Maße, wie die Ausschälung der Hülsen und die Verfeinerung zunimmt, nicht ohne weiteres über das Sudhaus weitertragen, gleich wie auch die Nachteile des schlechten Schrotes keineswegs bei der Verarbeitung im Sudhaus in gleichem Sinne weiterlaufen.

Ergänzend und korrigierend greifen die *Maischmethoden* mit ihrem enzymatischen Abbau und den verschiedenen Kochmaischen ein, welche die Ausbeuten bei schlechten Schroten so erheblich stärker erhöhen können, daß der Einfluß der Schrotunterschiede weitgehend ausgeglichen wird.

3. Normen für die Schrotzusammensetzung

Trotzalledem verlieren die Bestrebungen zur Schrotverbesserung nichts von ihrer Bedeutung, und die Schrotprüfungen werden eine Notwendigkeit, sowohl in bezug auf die Beurteilung der Ausbeutemöglichkeiten, als auch bezüglich der Eignung der Mühlen. Denn schon ringt sich die Auffassung stärker durch, daß der Anteil an Hülsen und Grobgriesen, mehr als bisher betont worden war, zurücktreten müßte, um durch feinere Vermahlung der Grobgrieze und der den Spelzen anhaftenden Griesteile eine bessere Aufschließung zu erzielen; die Anteile an Feingriesen aber zu erhöhen, welche gleich wie das Mehl den Extrakt leicht und vollständig hergeben. Das hätte den Vorteil, zu einfacheren Maischmethoden überzugehen, und doch höchste Ausbeuten zu erreichen. So kommt man mehr und mehr zu strengeren Normen für die Schrotzusammensetzung^{1) 2)}.

a) Das Pfungstädter Sieb

Auch auf Grund von Versuchen in der Brauerei *Hildebrand*, *Pfungstadt*³⁾, gewann man die Überzeugung, daß die Beurteilung des Mehles nach möglichst strengen Gesichtspunkten erfolgen solle. Es sollten nicht nur die Griesen weiter zerkleinert, sondern auch von dem Mehl zwei Anteile gewonnen werden, ein grobes und ein feineres (Pudermehl). Dabei ist aber im Hinblick auf Vermeidung von Läuterungsschwierigkeiten der Pudermehlanteil so weit als möglich herabzudrücken.

Da die bisher benutzten Siebe zur Schrotsortierung sich dazu als nicht ausreichend erwiesen, entstand ein neuer, unter dem Namen

¹⁾ *Miller*, Zeitschrift f. ges. Brauwesen 1911, S. 64. Mit *Jalowetz-Bühlersieb*, das durch *Miller* um einen Mehlsatz ergänzt ist.

²⁾ *Fries*, Zeitschrift f. ges. Brauwesen 1914, S. 289.

³⁾ *Windisch*, Jahrbuch der V. L. B. 1910, S. 498, außerdem Bonner Vereinbarungen.

P f u n g s t ä d t e r Sieb bekannter Siebsatz¹⁾, welcher aus dem **A u b r y**-schen, **V o g e l**-schen und **J a l o w e t z**-schen, wie auch aus dem **R e i n k e**-schen Siebsatz verschiedene Siebe entnahm.

Das erste Sieb aus dem **J a l o w e t z**-schen, bzw. **R e i n k e**-schen Siebsatz kommt in Fortfall. Es hatte so lange Geltung gehabt, als die Spelzen noch nicht weitgehend ausgeschält wurden, und noch erhebliche Kernteile eingeschlossen hielten, und als auch Griesse größeren Kalibers gewonnen wurden.

Spelzen und Grobgries liefern nunmehr die Anteile, welche durch ein Sieb mit einer Maschenweite von 1,27 bzw. 1,01 (1,05) mm, entsprechend einer Maschenzahl von 39 bzw. 62 pro qcm nicht hindurchgehen. Was auf dem Sieb mit einer Maschenweite von 0,55 mm, entsprechend einer Maschenanzahl von 206 pro qcm zurückgehalten wird, gilt nicht mehr wie vorher als Gries, bzw. Feingries sondern als Grobgries. Für die Sorte Feingries wird ein Sieb mit einer Maschenzahl von 961 pro qcm, entsprechend 0,253 mm Maschenweite gewählt, welches bei **R e i n k e** schon Mehl liefert. Während beim **R e i n k e** sieb, das eine Unterteilung nicht weiter enthält, dann schon Feinmehl anfällt, wird dem **P f u n g s t ä d t e r** sieb noch eine Unterteilung durch ein Sieb mit einer Maschenanzahl von 2704 pro qcm, entsprechend einer Maschenweite von 0,152 mm gegeben, um das **R e i n k e** sche Feinmehl nochmals in zwei Teile zu zerlegen, und damit ein Feinmehl und ein Pudermehl zu gewinnen.

Vom **J a l o w e t z** sieb übernimmt das **P f u n g s t ä d t e r** sieb das zweite, dritte und fünfte, welche mit geringen Abweichungen bei dem neuen Siebsatz die drei ersten Siebe bilden. Was beim **J a l o w e t z**-sieb als Mehl anfällt, wird durch das **P f u n g s t ä d t e r** sieb noch in Feingries, Mehl und Pudermehl zerlegt²⁾.

¹⁾ Das **Pfungstädtersieb** wurde durch die Fachgruppe für Gärungschemie in Bonn 1914 als maßgebend für die Schrotbeurteilung seitens der brauwissenschaftlichen Versuchsanstalten anerkannt.

Siebordnung	Maschenzahl auf 1 qcm		Maschenweite in mm
	Wiener-Jalowetz Sieb	Pfungstädter Sieb	Pfungstädter Sieb
I	16 (Hülsen)	39 (Hülsen)	1,27 mm
II	36 (Grobgries I)	62 (Grobgries I)	1,01 „
III	64 (Grobgries II)	206 (Grobgries II)	0,547 „
IV	144 (Feingries I)	961 (Feingries)	0,253 „
V	196 (Feingries II)	2704 (Mehl I)	0,152 „
VI	2704 (Mehl I)		
(ergänzt durch Miller)	(Mehl II Pudermehl)		

b) Die Schrotbeschaffenheit und der Läuterbottich.

Der Verfeinerung des Schrotes wird aber durch die praktischen Verhältnisse ein Ziel gesetzt. Es kann die Schrotfrage nur in Verbindung mit der Konstruktion des Läuterbottichs betrachtet werden. In der Praxis wird man in günstigen Fällen über Schrote kaum hinauskommen, deren Anteil an Hülsen niedriger als 20% des Pfungstädtlersiebes ist. In vielen Fällen ist aber auch dieser Spelzengehalt zu gering, bzw. das Schrot zu fein, als daß eine störungsfreie, glatte Läuterung stattfinden könnte. Zahlreiche Betriebe sind mit Rücksicht auf die Vermeidung von Läuterungsschwierigkeiten gezwungen, wesentlich gröberes Schrot zu verarbeiten, Schrot, welches 35, 40 und 45% und darüber an Hülsen aufweist.

Nun sollte das Augenmerk bei Beurteilung des Spelzenanteils aber nicht allein auf die Sortierung I des Pfungstädtlersiebes gerichtet werden, sondern gleichzeitig auf Sortierung II, bzw. auf die ersten drei Sortierungen des Jalowetz-Bühlersiebes. Die Anteile zusammen sollte man als Maßstab zugrundelegen. Als beste Läuterbottichschrote werden dann solche gelten können, bei welchen Sortierung I + II des Pfungstädtlersiebes, bzw. Sortierung I, II und III des Jalowetz-Bühlersiebes 25 bis 35% betragen. Das wären somit z. B. Schrote, welche bei etwa 20% Spelzen 5—15% Sortierung II, oder 25% Spelzen und 3—10% Sortierung II, oder auch etwa 30% Spelzen und 3—4% Sortierung II enthalten; oder Hülsen und Sortierung II in ähnlichem Verhältnis.

Den größten Anteil am Schrot sollte normalerweise Sortierung III des Pfungstädtlersiebes (Grobries II) bilden. Bei besten Schroten beträgt er etwa 35—45%. An Feingries soll etwa soviel entfallen, wie an Mehl.

Günstiger dürfte es nun wieder sein, wenn das Pudermehl den kleineren Anteil am Gesamtmehl bildet. Praktisch stellen sich die Verhältnisse indes fast durchweg umgekehrt, so daß das Pudermehl meist sehr erheblich gegenüber Mehl I überwiegt.

Als sehr gute *Läuterbottichschrote*¹⁾ kann man somit Schrote folgender Zusammensetzung bezeichnen:

Läuterbottichschrote, Pfungstädtlersieb.

Sortierung I	(Hülsen)	20—30%
„ II	(Grobries I)	3—15%
„ III	(Grobries II)	35—45%
„ IV	(Feingries)	12—16%
„ V	(Mehl)	4—7 %
„ VI	(Pudermehl)	8—14%

¹⁾ Eigene Feststellungen, sowie anderweitig aus der Praxis mir zugänglich gemachte Unterlagen.

c) Die Schrotbeschaffenheit und der Maische- filter

Sind hiermit gewissermaßen die äußersten Grenzen für die Verfeinerung der Läuterbottichschrote gesteckt, so konnten sich die Bestrebungen für die Verfeinerung von Maischefilterschroten ein viel weiter gestecktes Ziel setzen. Schon die ersten Anfänge ließen erkennen, daß die Hülsen so gut wie vollständig ausgeschält werden dürfen, ohne daß für die Läuterung Hindernisse entstehen, wenn nur nicht Mehl in zu großen Anteilen anfällt. Die Hülsen so wenig wie möglich zu zerschleißen, ist indes auch hierfür ein Haupterfordernis. Vollständig ist es allerdings nicht zu erreichen, so daß in die Sorte II und auch III zerschlissene Spelzen hinübergehen.

Wenn Maischfilterschrote bester Zusammensetzung etwa 9—12% Hülsen enthalten, wie in jedem Falle angestrebt werden sollte, so müssen sie auch tunlichst frei von eingeschlossenen Kernteilen sein. Im Unterschied zu Läuterbottichschroten werden auch Sortierung II und III beim Maischfilterschrot stark herabgedrückt; andererseits Feingries und Mehl anteilig erhöht. Zu beachten ist indes, daß der Mehlgehalt nicht über 30%, der Gehalt an Mehl und Feingries zusammen möglichst aber mehr als 60% beträgt; Feingries somit den allergrößten Teil am Schrot ausmachen soll, im Unterschied zum Läuterbottichschrot.

Als beste Maischfilterschrote¹⁾ sind Schrote von etwa folgender Zusammensetzung anzusehen:

Maischfilterschrote, Pfungstädtersieb.

Sortierung I	(Hülsen)	9—12%
„ II	(Grobries I)	2—5%
„ III	(Grobries II)	14—18%
„ IV	(Feingries)	38—48%
„ V	(Mehl)	8—12%
„ VI	(Pudermehl)	12—20%

Nicht immer lassen sich aber solche Schrote weder für den Läuterbottich noch für den Maischefilter herstellen. Weder bei ein und derselben Mühle, noch bei verschiedenen Mühlenkonstruktionen. Vielfach muß man sich schon damit begnügen, wenn man zu Schroten annähernder Beschaffenheit kommt. Doch auch das ist nicht immer trotz sorgfältigster Walzeneinstellung zu erreichen, und es bleibt dann nichts anderes übrig, als sich mit dem so anfallenden, wenn auch gröberen Schrot schlecht und recht abzufinden.

¹⁾ Eigene Feststellungen, sowie anderweitig aus der Praxis mir zugänglich gemachte Unterlagen.

d) Malzbeschaffenheit und Schrotzusammensetzung

Wie dem aber auch sei, Hauptaugenmerk ist stets und ganz besonders bei wechselndem Malz der Walzenstellung zuzuwenden. Denn je nach der Beschaffenheit des Malzes verschiebt sich bei ein und derselben Stellung die Schrotzusammensetzung. Wassergehalt und Lösung des Kornes sind es, welche diese Rückwirkung ausüben.

Ein mürbes Malz wird viel leichter und viel feiner zerkleinert als ein hartes. Auch ein trockenes Malz schrotet sich anders als ein klammes Malz. Wegen seiner Sprödigkeit zermürbelt es weiter als das klamme, zähe. Nicht nur werden die Spelzen weiter zerschlagen, sondern auch die Griesse stärker zerschlagen. Um deshalb eine zu weitgehende Zerkleinerung zu verhindern, muß bei der Schrotung von sehr trockenem Malz die Mühle weitergestellt werden. Soll umgekehrt Malz mit hohem Wassergehalt angemessen geschrotet werden, ist die Mühle enger zu stellen, da sie sonst ein zu grobes Schrot liefert.

So gilt auch allgemein die praktische Regel, bei frischem Malz, das durchweg noch sehr trocken ist, die Walzen weiter zu stellen; bei älterem Malz aber, das auf dem Lager angezogen hat, den Walzenabstand zu verringern.

Die Schrotzusammensetzung ist also nicht allein eine Frage der Walzenstellung an sich, sondern vor allem auch eine Frage des Wassergehaltes und der Lösung des Malzes und deren Berücksichtigung bei der Mühleneinstellung.

Betrachtet man nun allgemeinhin den Lauf der Entwicklung der Schrotfrage, so will es als eine ganz natürliche Folge dünken, daß damit auch in selbstverständlichem Zusammenhang eine schrittweise Erhöhung der Ausbeute stehen muß. Es bedarf keiner weiteren Begründung, daß eine weitgehend zerkleinerte Substanz enzymatischer Aufspaltung leichter unterliegt, als eine grobkörnige. Bei der durch Vereinbarung zwischen wissenschaftlichen Stationen festgelegten Malzuntersuchung zwecks Feststellung des Extraktgehaltes wird dann auch bei Verwendung von Feinmehl mit ganz wenigen Ausnahmen ein höherer Extrakt gefunden, als bei Verwendung von Schrot. Auch jedes andere Infusionsmaischverfahren gibt eine höhere Ausbeute zugunsten der Mehlvermaischung. Die Unterschiede im Extraktgehalt treten um so greifbarer hervor, je schlechter gelöstes und schlechter zerkleinertes Malz vermaischt wird. Es sind das tausendfache Erfahrungen des Lebens.

Soll eine bessere Aufschließung erfolgen, so kommt es vor allem darauf an, die Anteile an Hülsen, einschließlich der von ihnen eingeschlossenen Kernteile, sowie die Anteile von Grobgries I tunlichst weit herabzumindern. Schon Arbeiten von Bühler sowohl wie von Bleisch erbrachten genaue zahlenmäßige Beweise dafür; indem sie zeigten, daß es diese Anteile sind, welche, wenn sie fein gemahlen werden,

einen bis zu mehreren Prozent höheren Extraktgehalt liefern können, als im ursprünglichen Zustand. Während Grobgries II dagegen und Feingries in feingemahlenem Zustand praktisch keine höhere Ausbeute geben.

Nimmt man nun den Fall an, daß ein Läuterbottichschrot günstigenfalls 20% Spelzen und 10% Grobgries I enthält, an diesen beiden Sortierungen also 30% besitzt, so sind nur diese nicht restlos aufschließbar, wohl aber die übrigen Teile in ihrem in der Mühle abfallenden Zustand. Die Aufschließung wird also um so mehr zurückbleiben, je mehr Hülsen und Grobgries I gewichtsmäßig über diese Grenzen hinausgehen. Sie wird aber um so günstiger ausfallen, je mehr man die ersten Anteile (Hülsen und Grobgries I) vermindert, was indes für Läuterbottiche, abgesehen von besonders günstigen Fällen, über die oben angegebenen Zahlen hinaus, nicht mehr angängig ist. Hier setzt nun die Überlegenheit des Maischefilters ein.

Nimmt man nun andererseits ein günstig zusammengesetztes Maischefilterschrot, z. B. ein solches mit 12% Hülsen + Grobgries I an, so enthält dieses 18% weniger an nicht restlos aufschließbaren Teilen wie obiges Läuterbottichschrot. Legt man dann wieder Ausführungen von Bühler und Bleisch zugrunde, wonach durch Zermahlung von Hülsen und Grobgries zu Mehl noch im allgemeinen 2—6% Extrakt (bezogen auf 100 Teile derselben Sortierung) gewonnen werden können, d. h. aus 18 Anteilen noch 0,36—1,08 Anteile, oder noch 0,36—1,08% aus dem Gesamtschrot, so ersieht man, daß Läuterbottichschrote, gleich günstige Verhältnisse vorausgesetzt, annähernd dieselben Ausbeuten ergeben können, wie Maischefilterschrote.

Treffen diese Überlegungen für Maischverfahren zu, welche sich nur der Infusion bedienen, wie es bei den vorstehend angeführten Versuchen der Fall ist, so greifen die in der Praxis angewandten Verfahren mit ihren vielfachen Variationen unter Kochung von 1,2 oder 3 Maischen noch mehr zugunsten des weniger fein geschrotenen Malzes ein.

Je nachdem sich dann weiter die Schrote nach der einen oder anderen Richtung verschieben, werden sich dann auch die Spannen in den Ausbeuten zwischen Läuterbottich und Maischefilter verschieben müssen. Und so kann es kommen, daß bei besserem Läuterbottichschrot, längerem Maischverfahren mit verstärktem Eiweißabbau, Kochung mehrerer Maischen und entsprechend langer Kochzeit der Maischen, die gleiche Ausbeute wie beim Maischefilter erreicht wird; bei schlechterem Läuterbottichschrot die Ausbeuten hinter denen beim Maischefilter aber doch zurückbleiben, und namentlich dann um so mehr, wenn kurzes Maischverfahren angewendet, und schlecht gelöstes Malz verbraut wird.

4. Sortierungsquotient (Steenhoff)

In jüngster Zeit versuchte nun Steenhoff¹⁾ aus dem Verhältnis von Hülsen zu Mehl, dem sog. Sortierungsquotienten, gewisse Richtlinien für die Ausbeute abzuleiten.

Er geht dabei von der Auffassung aus, daß die Verschiebung des Spelzenanteils sich hauptsächlich in umgekehrt laufender Verschiebung des Mehlgehaltes ausdrückt.

Wäre die Steenhoffsche Formel allgemein gültig, so würde fragslos in ihr ein wertvolles Hilfsmittel gegeben sein, die Schrotsortierung in Form des Sortierungsquotienten (Verhältnis von Hülsen zu Mehl) in höherem Maße als sonst als Maßstab für den Grad der Ausbeutung anzusehen.

Betrachtet man aber den Bau der Mühlen, und ganz besonders der Vier-, Fünf- oder Sechswalzenmühlen, so ergibt sich aus der Konstruktion schon, wie sehr es auf die Stellung der einzelnen Walzenpaare ankommt, und diese für die Schrotzusammensetzung entscheidend ist. Der Müller hat es in der Hand, den Gehalt an Spelzen, Griesen und Mehl in weitgehendem Maße nach Bedarf einzustellen. Und es ist für ihn nicht schwer, bei einem bestimmten Spelzengehalt den Gehalt an Grobgriesen und Feingriesen insgesamt und untereinander in wesentlichem Umfange zu verschieben; bei einem annähernd gleichen Verhältnis zwischen Hülsen und Mehl z. B. den Gehalt an Grobgriesen in weiten Grenzen zu verändern²⁾. Auch kann man bei sehr verschiedenen Quotienten (Hülsen/Mehl) einen ziemlich gleichen Gehalt an Grobgriesen erhalten.

Die Grobgriesen sind es aber, welche nicht so gut ausgebeutet werden, wie Feingriesen und Mehl. Wenn nun, wie es tatsächlich der Fall sein kann, und vielfach auch sein wird, ein günstiger Quotient (Hülsen/Mehl) mit einem hohen Grobgriesengehalt zusammentrifft, wird wegen dieses hohen Gehaltes an Grobgriesen die Ausbeutung nicht so gut sein, als bei gleichen Quotienten mit niedrigem Grobgriesenanteil, bzw. wird bei gleichen Quotienten dort die Ausbeutung zurückstehen, wo der Gehalt an Grobgriesen stark in die Höhe geht.

Auf Grund dieser Erwägungen vermag ich deshalb der Quotientenfrage Steenhoffs noch nicht die ihr beigemessene Bedeutung zuzusprechen. Zudem ist zu berücksichtigen, daß die Praxisausbeuten durch die jeweils angewandten Methoden u. a. m. korrigiert werden.

5. Schrotzusammensetzung und Treber.

Wie sehr die Betriebsverhältnisse in ihrer Gesamtheit Vorteile, die in der Schrotzusammensetzung gegeben sind, beeinträchtigen, und ande-

¹⁾ Steenhoff, Wochenschrift f. Brauerei 1928, S. 379.

²⁾ Bei Proben aus 20 verschiedenen Betrieben wurde z. B. von mir bei einem gleichen Verhältnis Hülsen/Mehl von 1,2:1 ein Gehalt an Grobgriesen (Sortierung II und III) zwischen 35 und 58% gefunden.

rerseits Nachteile in der Schrotbeschaffenheit ausgleichen können, lehren u. a. auch Zusammenstellungen von Treberanalysen im Vergleich zu Schrotzusammensetzungen von D. Wiegmann¹⁾.

Danach lassen die Untersuchungen²⁾ aus dem Jahre 1925/26 z. B. gar keine Beziehung zwischen Schrotzusammensetzung und Ausbeutung des Malzes erkennen, während bei den Trebern aus den Jahren 1928/29 allerdings feste Beziehungen zwischen Schrot und noch aufschließbarem Extrakt im großen und ganzen hervortreten. Doch haben sie wiederum nicht allgemeine Geltung, da eine Reihe von Fällen aufgeführt wird, bei welchen Schrote größeren Kalibers kaum mehr unaufgeschlossenen Extrakt enthalten als feine Schrote.

Kapitel II

Das Maischen und die Lösungsvorgänge

I. Das Brauwasser³⁾

Zur Bierbereitung gehört ein geeignetes Brauwasser. Es soll farblos, geruchs- und geschmacksrein und klar sein. Entspricht es diesen Anforderungen nicht, so kann es durch geeignete Behandlung gebrauchsfähig gemacht werden, sofern die chemische Zusammensetzung einer Verwendung nicht entgegensteht, bzw. in passender Weise geändert oder in besonderen Ausgleichsverfahren ihrer nachteiligen Einwirkungen entkleidet wird.

Von wesentlicher Bedeutung sind die Mineralbestandteile.

Mengenmäßig wie bezüglich der Art und des Verhältnisses der einzelnen Bestandteile zueinander dürfen gewisse Grenzzlinien nicht über-

¹⁾ D. Wiegmann, Allg. Brauer- und Hopfenzeitung 1926, 1927, 1929.

²⁾ Eigene Errechnungen aus Treberuntersuchungen Wiegmanns

Ordnung des Schrotes nach dem Sortierungsquotienten (Steenhoff)	Gehalt der Treber an unaufgeschlossenen Extrakt (bezogen auf 100 g Naß- treber)		
0,8:1 und darunter	0,9 g ¹⁾	0,8 g ²⁾	0,8 g ³⁾
0,8—1,2	1,0 g	0,94 g	1,06 g
1,2—1,8	1,6 g	1,0 g	1,10 g
1,8—2,4	1,0 g	—	1,40 g
2,4 und darüber	1,0 g	0,94 g	1,90 g

¹⁾ Allgem. Brauer- und Hopfenzeitung 1926, S. 1603.

²⁾ Desgl. 1926, S. 650.

³⁾ Desgl. 1929, S. 526.

³⁾ Siehe auch diesen Band: Kapitel II F.; Mineralbestandteile.

schritten werden, wenn nicht die Eignung in Frage gestellt ist, oder verneint werden muß.

Als Brauwässer finden im allgemeinen keine, wenn auch sonst einwandsfreie Wässer Verwendung, deren Gehalt an Mineralstoffen etwa 250 g im hl übersteigt. Wenn nicht aus bestimmten Gründen, namentlich mit Rücksicht auf Art und Charakter des Bieres ganz bestimmte Anforderungen bezüglich des Gesamtgehaltes an Mineralstoffe gestellt werden müssen, bildet die Höhe desselben innerhalb dieses Bereichs ohne weiteres keinen Anlaß zum Ausschluß eines Wassers.

Dennoch ist die absolute Menge von großem Einfluß auf den Verlauf und die Vorgänge bei der Bierbereitung vom Maischen an bis zum fertigen Biere.

Neben der absoluten Menge ist es der Anteil der einzelnen Bestandteile und ihr gegenseitiges Verhältnis zueinander, welchen die entscheidende Rolle zukommt.

Unter den Bestandteilen überwiegen die Karbonate und Sulfate des Kalziums, denen gegenüber die Magnesiasalze stark zurücktreten; ebenso auch die Chloride. Seltener vertreten sind Karbonate und Sulfate der Alkalien. Während Natriumchlorid kaum in einem Wasser fehlt, kommen die Chloride der Erdalkalien seltener vor.

Daß der Zusammensetzung des Wassers eine große Rolle zufällt, erkannten schon alte Praktiker wie Scharl, Paupie und Forscher wie Hermstädt, Habich u. a. Sie empfahlen schon, das Wasser zu kochen, um es weich zu machen, da ihrer Ansicht nach aus weichem Wasser ein besseres Bier herzustellen ist.

Eine weitgehendere tiefere Erkenntnis von der Bedeutung der Mineralbestandteile für den Charakter eines Bieres ist den englischen brautechnischen Forschern zu verdanken, welche auf wissenschaftlicher Grundlage Aufbereitungsmethoden zur Brauchbarmachung ungeeigneter Wässer festlegten. (Moritz u. Morris, Lott u. a.)

Die unmittelbare Beziehung zwischen Biertyp und Brauwasser betonte dann namentlich Seyffert. Er betonte, daß der Typ des Pilsener Bieres nur durch ein weiches Wasser, der Typ des Münchner Bieres nur durch ein karbonatreiches Wasser, und der Typ des Dortmunder Bieres auch nur wieder durch ein dem dortigen Boden entnommenes besonderes Wasser zu erreichen ist.

Die nunmehr einsetzenden systematischen wissenschaftlichen Untersuchungen, an denen zahlreiche Forscher sich beteiligten, erbrachten weitere Ergebnisse, welche den Einfluß der einzelnen Mineralbestandteile auf Stärke, Eiweiß- und Phosphorabbau, auf Umsetzungen zwischen Wasser- und Würzesalzen, physiologisches Verhalten der Hefe, Vergärung usw. klarlegten. (W. Windisch, Bleisch, Jalowetz, Pankrath, Adler, Lüers u. a.)

So wird vor allem das unterschiedliche Verhalten zwischen den Karbonaten und Sulfaten eingehend erforscht.

Die Karbonate als Säuretilger vermindern die Titrationsazidität und die Pufferung und verschieben das pH nach der alkalischen Seite. Die Sulfate als Säuremehrer erhöhen die Titrationsazidität, verschieben das pH nach der sauren Seite und vermindern die Pufferung. Die Abnahme der Pufferung ist auf die Ausfällung von sekundärem bzw. tertiärem Kalziumphosphat, und teilweise auch Magnesiumphosphat, und dadurch hervorgerufene Abnahme von primärem und sekundärem Kaliumphosphat zurückzuführen.

Infolge ihrer Säuretilgungseigenschaften beeinträchtigen die Karbonate etwas die enzymatischen Abbauvorgänge. Dem gegenüber kommt den Sulfaten die Fähigkeit zu, die enzymatischen Abbauvorgänge zu begünstigen.

Bei Verwendung von Karbonatwässern wird deshalb kein so günstiges Zucker-Dextrinverhältnis, und keine so starke Lösung von Eiweiß erreicht werden, als durch Sulfatwässer. Die Unterschiede werden um so größer ausfallen, je ausgesprochener die Wassertypen sind.

Karbonate und Sulfate sind auch darin unterschiedlich, daß bei Verwendung von Karbonatwässern keine so gute Läuterung und keine so weitgehende und gute Bruchbildung stattfindet, als bei Sulfatwässern; daß es bei ersteren auch nicht gelingt, ausgesprochen goldreine, sehr lichte und fein hopfenaromatische Biere herzustellen. Dem gegenüber haben Sulfatwässer wohl gute Eignung zur Erzeugung heller, herzhalt und kernig schmeckender Biere. Sie sind aber doch nicht zur Herstellung starker Hopfenbiere mit abgerundetem, ausgeglichenem weichem Hopfengeschmack zu gebrauchen, da die Bittere zu hart und zu nachhaltig hervortritt, welche sich bei Verwendung von Karbonatwässern aber in noch unangenehmerer Weise auf Zunge und Gaumen bemerkbar macht.

Im Gegensatz zu den harten Wässern haben die weichen für helle Biere jeder Art, wie sie auch gehopft sind, stets beste Eignung. Für dunkle Biere, von welchen man volles, kräftiges und röstiges Malzaroma verlangt, stehen sie indes den Karbonatwässern nach.

Den Sulfaten sind in gewisser Hinsicht die Chloride gleichzustellen. Als saure Salze wirken sie säureerhöhend. Sie stehen den Sulfaten aber in ihrem Wirkungsmaß erheblich nach, weil sie mengenmäßig den Sulfaten gegenüber stark zurücktreten.

Ungeeignete Wässer lassen sich, sofern die Voraussetzungen dazu gegeben sind, durch besondere Behandlung aufbereiten.

Wässer allerdings, welche irgendwie erheblichen Gehalt an Soda aufweisen, oder durch Zuflüsse von Salinen oder Salzlagern, Salzquellen usw. sich zu stark mit Chloriden anreichern, wird man möglichst auszuschließen suchen.

In erster Linie sind es die ausgesprochenen Karbonatwässer, bei

welchen die Voraussetzungen für die Aufbereitung am günstigsten liegen. Aber auch weniger ausgesprochene Karbonat-, und weniger ausgesprochene Sulfatwässer lassen sich durch Entfernung der Karbonate, je nach den Verhältnissen mehr oder weniger erfolgreich aufbereiten. Bei ausgesprochenen Sulfatwässern werden sich Erfolge kaum erzielen lassen, wenn die Sulfathärte sehr erheblich die Karbonathärte übersteigt. Stellt sich das Verhältnis von Sulfathärte zu Karbonathärte wie 3 : 1 oder noch günstiger, so entsteht schon ein ph, welches günstiger ist als bei Verwendung von weichem oder destilliertem Wasser.

Ob und inwieweit eine Aufbereitung notwendig oder erwünscht ist, ist nicht nur von eigener kritischer Beurteilung, sondern auch vom Standpunkt der Kunden und ihrer Geschmackseinstellung zu entscheiden.

Die Aufbereitung kann in verschiedener Weise erfolgen. Sowohl durch Ausfällen der Karbonate mittels Kochen, Durchleiten durch Vorwärmer mit gleichzeitiger Belüftung, Kalkzusatz, als auch durch Umwandlung der Karbonate in andere Bindungsformen. Hier kommt in Frage die biologische Säuerung im Sudhaus, Verwendung von Proteolyt-Malz und die Behandlung des Wassers mit Säuren, wie Milchsäure, Salzsäure, Schwefelsäure zwecks Überführung der Karbonate in die entsprechenden Salze.

Die Säurebehandlung des Wassers ist indes im Unterschied zu anderen Ländern in Deutschland auf Grund des Biersteuergesetzes nicht statthaft.

Als eine, auch in Deutschland zulässige Aufbereitung gilt auch das Gipsen. Mit Erfolg kann es bei Karbonatwässern angewandt werden, wenn der Karbonatgehalt nur ein verhältnismäßig geringer ist. Bei hohem Gehalt wird man zuvor die Karbonate auf ein angemessenes Maß durch Kochen oder Kalkzusatz herabdrücken. Der Gipszusatz ist derartig zu bemessen, daß das Verhältnis zwischen Karbonat- und Sulfathärte sich auf 1 : 3 oder noch mehr zugunsten des Gipses stellt.

Durch Teilüberkalkung kann Magnesia entfernt werden.

II. Lösung der schon wasserlöslichen Stoffe insgesamt (in Art und Menge)

Zweck und Ziel des Maischens ist die Lösung der schon wasserlöslichen, sowie der durch enzymatischen Abbau löslich gemachten Stoffe, und diese in ein gewolltes Verhältnis zueinander zu bringen.

An löslichen Stoffen bringt die Gerste schon geringe Teile mit, wenn sie zur Vermälzung kommt. Im Mälzungsverfahren werden dann weiter erhebliche Mengen durch die Tätigkeit der Enzyme aufgeschlossen, und in den löslichen Zustand übergeführt.

Teils dienen sie der Atmung und werden verbraucht. Teils stauen

sie sich in Form der Abbaustoffe an. Teils dienen sie zum Aufbau der Wurzeln.

Aus der Stärke hat sich der Zucker gebildet. Aus dem unlöslichen Eiweiß sind wasserlösliche niedrigere Abbaustoffe entstanden. Hemizellulosen sind durch die Zytase (Lichenase) in Zucker übergeführt, und unlösliche organische Phosphate haben sich in lösliche anorganische umgewandelt. Alle diese, auf dem Wege des enzymatischen Abbaus beim Mälzen gebildeten Körper lassen sich beim Maischen ohne weiteres durch das Maischwasser leicht ausziehen.

Von wasserlöslichen Stoffen enthält das Malz in 100 Teilen Trockensubstanz

- 7,5—10,5 Teile Zucker (Rohrzucker, Invertzucker),
- 2,5—4,0 Teile Eiweiß und Eiweißabbaustoffe,
- etwa 1—1,5 Teile Pentosane, sowie Pentosen (Xylose ¹⁾, Arabinose ²⁾ in kleinen Mengen, Hexosane und Hexosen,
- 0,3—0,5 Teile Pektine,
- 1,5—2,2 Teile Mineralbestandteile,
- etwa bis zu 0,04 Teile Gerb- und Bittersäure.

Sie gehen restlos durch direkte Lösung in die Maische über — restlos deshalb, weil der Maischvorgang einige Stunden in Anspruch nimmt, und Temperaturen zur Anwendung kommen, welche der Lösung besonders förderlich sind.

III. Lösung und enzymatischer Abbau der einzelnen Stoffe

A. Die vom Abbau erfaßten Stoffe insgesamt

a) Die direkte Lösung erfaßt aber nur einen Teil der wertvollen Braustoffe. Der andere Teil, welcher von der Aufschließung beim Mälzen nicht erfaßt ist, und auch nicht erfaßt werden soll, muß unter anderen Bedingungen dem enzymatischen Abbau unterworfen werden. Hier greift nun der Maischvorgang ein. Er soll nach Möglichkeit die Aufschließarbeit vollenden.

In erster Linie soll der wichtigste Bestandteil, die Stärke, von der etwa noch 50—60% ³⁾ in der Malztrockensubstanz vorhanden sind,

¹⁾ H. Lüers und W. Volkmann, Wochenschrift f. Brauerei 1928, S. 83.

²⁾ B. S. Wright, Journal of the Institut of Brewing 33, 151, 1927.

³⁾ Rechnungsmäßig aus den übrigen Bestandteilen des Malzes ermittelt, außerdem nach A. R. Ling. Journal of the Institut of Brewing 1931, 37. 216.

umgewandelt und in Lösung gebracht werden. Man will sie restlos gewinnen. Diesem Ziel war deshalb zuerst ausschließlich das Maischverfahren in seinen Einzelheiten angepaßt.

Eine untrennbare Begleiterscheinung ist aber dabei der Abbau von Eiweiß, organischen Phosphor- und Schwefelverbindungen, Hemizellulose u. a. m. Seine Bedeutung erkannte man erst später durch die wissenschaftliche Forschungsarbeit, aus welcher sich erst dann die festen Richtlinien für die einzelnen Maischverfahren, und ihre Bedeutung für die Beschaffenheit des Bieres herausheben ließen. Der Abbau dieser Stoffe mußte sich zwangsläufig innerhalb des für den Abbau der Stärke gezogenen Rahmens vollziehen. Er mußte abgebrochen werden, wenn der Stärkeabbau zum Abschluß gekommen ist. Was bis zu diesem Zeitpunkt von dem Abbau nicht erfaßt wird, bleibt unaufgeschlossen zurück, und gelangt in die Treber. Von dem Eiweiß des Malzes sind es 47—65%, und von den Hemizellulosen 60—70%, welche ungelöst bleiben, d. h. weder beim Mälzen noch beim Maischen erfaßt werden.

b) Zweck und Ziel des Maischens ist es darum auch, die Abbauvorgänge an die Erfordernisse anzupassen, welche bezüglich der jeweiligen Bierart und Bierbeschaffenheit gestellt werden.

In der chemischen und physikalischen Zusammensetzung der Würze liegt der Grundstein für diese Erfüllung. Sie willensgemäß zu beeinflussen und zu gestalten, soweit es die Natur des Malzes zuläßt, ist mehr und mehr zu einem Kardinalpunkt bei der Sudhausarbeit geworden. Die Höhe des Zuckergehaltes, das Verhältnis von Zucker zu Dextrin bildet die Grundlage für die Höhe des Vergärungsgrades. Die Eiweißabbaustoffe in Menge und Verhältnis zueinander haben ausschlaggebendste Bedeutung für den Schaum und die Haltbarkeit, sowie für die Ernährung der Hefe, nicht minder sind sie wichtig als Pufferstoffe.

Die Wasserlöslichkeit von Spelzenstoffen, welche Geschmacks- und Farbkorregenzen darstellen, erfordern besondere Rücksichtnahme.

Pektine und gewisse Hemizellulosen, wie Lichenin, die nebenher in Lösung gehen, bilden wertvolle Bestandteile für Rundung und Vollmundigkeit.

Die phosphorsauren Salze haben in erster Linie Wert als Pufferstoffe. Sie liefern die notwendigen Nährsalze für die Hefe und die wichtigsten Bestandteile der Aktivatoren für die Gärtätigkeit.

Alle diese Vorgänge sind in Zusammenhang mit der chemischen Zusammensetzung des Brauwassers zu betrachten, welche gegebenenfalls wesentliche Umsetzungen mit den Würzesalzen hervorrufen, die Reaktion

und Pufferung der Würze verschieben, und damit in die Arbeit der Enzyme teils fördernd, teils hemmend eingreifen können.

Und so ist man imstande, unter Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse je nach der Handhabung des Maischverfahrens durch die Arbeit der Enzyme ein gewolltes Verhältnis zwischen den Abbaustoffen aus den einzelnen Ursprungssubstanzen untereinander zu schaffen, und die Umsetzungen zwischen den Mineralbestandteilen von Würze und Wasser in bestimmte Richtungen zu leiten, soweit das Malz in seiner chemischen und physikalischen Beschaffenheit, und seinen physiologisch-enzymatischen Eigenschaften es zuläßt. Doch hier begegnet man einer sehr weiten Differenzierung, die teils bezweckt, teils nicht bezweckt wird; teils umgangen, teils auch nicht umgangen werden kann. Um ihr Rechnung zu tragen, ist es dann erforderlich, das Maischverfahren jeweils an das Malz anzupassen. Doch können auch umgekehrte Verhältnisse Platz greifen, wie z. B. in England, wo nicht das Maischverfahren dem Malz, sondern das Malz dem Maischverfahren angepaßt werden muß.

Die so sich herausgebildeten Richtlinien können aber immer nur als Wegweiser schlechthin gelten. Tausende von Möglichkeiten sind vorhanden, in welcher Zeit der Weg zurückgelegt, an welchem Punkt Rast gehalten, und wie lange Rast gehalten werden kann, bzw. soll. Nur darf nicht gehastet, aber auch nicht getrottelt werden. Eine gewisse, durch die Erfahrung gegebene Zeit soll man weder über-, noch unterschreiten. Dabei sollen die Ruhepunkte den gewollten Abbauzielen entsprechend, sowohl in bezug auf Temperatur wie Zeitdauer, gewählt werden. Zeit und Temperatur sind aber nicht nur hierfür von ausschlaggebender Bedeutung, sondern vor allem auch für den gesamten Maischvorgang, für den man einen Rahmen ziehen muß, in welchem sich das Spiel der enzymatischen Kräfte in der für die Sudordnung vorgesehenen Zeit, und der für die Beschaffenheit des Bieres erstrebten Weise entfalten kann.

Grundlegend blieben dabei die schon vor Hunderten von Jahren angewandten Verfahren, die mit mehr oder weniger Änderungen, doch aber angepaßt an die späteren praktischen Erfahrungen und wissenschaftlichen Erkenntnisse, in die moderne Zeit herübergenommen sind. Kennzeichnend sind für sie das Prinzip des Aufmaisens von niedrigen bzw. mittleren Temperaturen bis zur Verzuckerung, und das Kochen von Teilmaischen.

B. Stärke

Bei den enzymatischen Aufspaltungsvorgängen nimmt der Abbau der Stärke, welche 50—60% der Malztrockensubstanz ausmacht, den breitesten Raum ein. Der Abbau soll restlos erfolgen. Diesen quantitativ in die äußersten Abbauprodukte (Maltose und Dextrin) überzu-

führen, soll innerhalb $2\frac{1}{2}$ –5 Stunden geschehen. Das ist aber wieder nur durchführbar, wenn die erforderlichen Voraussetzungen vorhanden sind. Dazu gehört, daß das Malz angemessene Lösung besitzt, sachgemäß gedarrt, und in passender Weise geschrotet ist. In geeignetem Verhältnis (etwa 1 : 3) mit Wasser vermaischt, ist es dann wieder von einer Reihe von Faktoren abhängig, in welcher Zeit der völlige Abbau erreicht, und in welchem Verhältnis Maltose und Dextrin gebildet wird.

Im einzelnen haben Einfluß auf den Abbau:

Der Diastasegehalt des Malzes.

Der physikalische Zustand des Kornes.

Der Grad der Schrotung.

Temperatur und Zeitdauer des Maischens.

Schonung oder andererseits Zerstörung der Diastase beim Maischen.

Anregungs- oder Hemmungsstoffe:

Säuren, ph,

die chemischen Bestandteile des Brauwassers.

a) Für den Verlauf des Abbaus, mengen- wie verhältnismäßig, ist der Gehalt an **D i a s t a s e** von entscheidender Bedeutung. Je mehr Diastase vorhanden ist, um so schneller vollzieht sich die Verzuckerung, und um so höher wird der Gehalt an Maltose. Helle Malze, welche mehr Diastase besitzen wie dunkle, verzuckern schneller als dunkle, und liefern auch zuckerreichere Würzen. Da der Diastasegehalt ersterer sich im großen und ganzen zwischen 250 und 400 Lintner-Einheiten bzw. zwischen 200 und 300 Windisch-Kolbach-Werten, der von dunklen Malzen sich zwischen 150 und 250 Lintner-Einheiten bzw. 125 und 200 Windisch-Kolbach-Werten bewegt, können die Unterschiede in der Verzuckerungszeit, und in dem Zucker-Dextrinverhältnis erheblich werden.

M ü r b m a l z ist diastasereich und von der Diastase weitgehend durchdrungen. Die Stärkeumschließungswände sind vollständiger zerstört, die Stärkekörner reichlicher freigelegt, stärker angegriffen, und in viel größerem Umfange in kleine Körner aufgelöst. Der diastatische Angriff beim Maischen wird somit erheblich erleichtert; beim **H a r t m a l z** wegen der schlechten Aufschließung der Stärkewände durch die Zytase und der mangelhaften Korrosion der Stärkekörner aber erschwert.

b) Grobe **S c h r o t u n g** verzögert die Durchdringung mit Wasser und den Angriff der Diastase auf die schwer zugänglichen inneren Teile. Feine beschleunigt sie.

c) Der Einfluß der **T e m p e r a t u r e n** ist verschiedener Art. Die Wirkung erstreckt sich einmal auf die Stärke, und sodann auf die Diastase und ihre Arbeit.

Steigende Temperatur erleichtert den Angriff durch passendere Vorbereitung der Stärke. Nicht nur, daß sie in Quellung kommt, sondern daß sie auch schnell durch die Amylophosphatase, welche den Phosphor-

säureester des Amylopektins aufspaltet, zur Verflüssigung gebracht wird, so daß sie in einen, dem enzymatischen Abbau in günstiger Weise zugänglich gemachten Zustand gelangt.

Auch die Angriffskraft der Diastase steigt mit zunehmender Temperatur, und erreicht in einer bestimmten Höhe ihr Maximum, um dann bei weiterer Temperaturerhöhung wieder zu fallen, und schließlich völlig unwirksam zu werden.

Diesbezüglich ist aber wieder zwischen dem Verlauf des Abbaus schlechthin bis zum Eintritt der Gelbfärbung auf Zusatz von Jod und der Bildung größtmöglicher Mengen von Maltose zu unterscheiden. Das Optimum des Abbaus in erster Hinsicht liegt bei etwa 71—73,5° C, einem Temperaturgebiet, in welchem sich die Verzuckerung am schnellsten vollzieht, und das Optimum der Bildung eines höchsten Maltosegehaltes unter 63° C, bei 50—55° C.

Im Optimalgebiet des Abbaus an sich wird indes zu viel Dextrin und zu wenig Maltose gebildet, und im Optimalgebiet für die Maltosebildung zu viel Zeit für die vollständige Verzuckerung benötigt. Für beiderlei Ziele kann man nun ein einziges Optimalgebiet schaffen, wenn man ein Temperaturgebiet wählt, welches zwischen den beiden Optima liegt. In diesem Gebiet zwischen 60 und 68° C wird bei kürzester Verzuckerungszeit die jeweils höchste Maltosemenge erzeugt. Immerhin ist diese Temperaturspanne eine gewisse Zeit zu halten, sei es, daß die Grade langsam durchwandert werden, sei es, daß an einzelnen Punkten innerhalb der Spanne die Maische einige Zeit belassen wird. Zur wirksamen Auslösung des enzymatischen Angriffs ist die Zeitdauer für die Innehaltung dieser Temperaturspanne auf 30—45 Minuten zu bemessen.

Kommt es andererseits darauf an, nicht einen hohen, sondern einen mäßigen oder niedrigen Gehalt an Maltose zu erzeugen, so wird eine schnelle Übergehung dieser Grade von 60—68° C erforderlich. Die Aufmaisch- bzw. Ruhestufen legt man dann teils unter 60° C, teils über 68° C. Das kann sowohl bei den Kochmaischen wie bei den Ruhe- bzw. Restmaischen durchgeführt werden, gleich wie im ersteren Falle zwecks stärkerer Maltosebildung Koch- wie Ruhemaischen in dem Optimalgebiet entsprechend lange zu halten sind.

Zeit und Temperaturen stehen in bestimmter Wechselwirkung zueinander. Endzweck ist stets restloser Abbau der Stärke. Zweck ist aber auch die Herstellung eines bestimmten Maltose-Dextrinverhältnisses. Beides ist zugleich mit dem Eiweißabbau in Einklang zu bringen, um auf Schaum und Haltbarkeit in günstigstem Sinne zu wirken.

So sind die Temperaturen als die primären Faktoren in ihrem Anstieg und in ihren Ruhepunkten maßgebend für die Zeit, in welcher sich der Abbau vollzieht. Und die jeweils an den einzelnen Ruhepunkten innegehaltene Zeit, sowie die Zeit des Aufmaisens an sich ist wieder bestimmend für den Ausfall des Zucker-Dextrinverhältnisses.

Für dunkle Biere muß ein weitaus niedrigerer Gehalt an Maltose angestrebt werden, da sie im Endvergärungsgrad unter Umständen 70% nicht überschreiten sollen, was einem Maltose-Dextrinverhältnis von etwa 55/45 entspricht.

Anmerkung: Das Verhältnis läßt sich auf folgende Weise errechnen:

In 100 g sind enthalten im Mittel	0,625 g	Eiweiß
	+ 0,21 g	Mineralstoffe
	<u>0,835 g</u>	

79 g Extrakt enthalten $\frac{0,835 \times 79}{12} = 5,5 \text{ g Eiweiß} + \text{Mineralstoffe.}$

8,0 g Invert- + Rohrzucker,
sie enthalten außerdem 3,5 g Pentosane, Pentosen und Pektin,
zusammen also 17,0 g

Davon entfallen a) 1,35 g auf Eiweiß + Mineralstoffe + Pentosane usw.
b) 1,21 g auf Invert- + Rohrzucker.
c) 9,44 g auf Maltose + Dextrin.

d) Schonung der Diastase findet beim Infusionsverfahren statt, welche um so stärker ist, wenn von niederen Temperaturen vorsichtig aufgemaischt wird. Die Schonung schlägt aber sofort in eine Schädigung um, wenn mit Einmaischtemperaturen von solchen Graden begonnen wird, welche oberhalb der Optimaltemperaturen liegen, also bei etwa 70° C.

Vernichtung setzt teilweise schon bei 70° C ein. Maischekochen ist Vernichtung. Das Zurückhalten von Kochmaische nach dem Aufpumpen und das Hineinfallenlassen von Restmaische in kochendes Wasser oder in den Kochrest ist Vernichtung.

Je niedriger bei dem Dekoktionsverfahren eingemaischt wird, je mehr Maische muß gezogen werden, und um so mehr Diastase wird vernichtet. Es ist gleichgültig dabei, ob eine, oder zwei oder drei Maischen gekocht werden.

e) Als Hemmungsstoffe gelten die Stärke selbst und ihre Abbaustoffe, sowie unzulängliche Säure, bzw. ungünstiges ph der Maische.

Von anregender Wirkung sind günstigste Säureverhältnisse und gewisse Pufferlösungen.

Die Ergebnisse der Arbeiten über Diastase sind nicht einheitlicher Natur. Während Syniewski eine α - und β -Diastase annimmt, und für letztere ein ph-Optimum von 4,5—4,3; für erstere ein Optimum von 4,8—5,1 angibt, ist nach Adler und späteren Autoren die stärkste Zuckerbildung bei einem ph von 4,7. Da diese Bestimmungen unter Verwendung von löslicher Stärke ausgeführt wurden, den Verhältnissen beim Maischen, wo bekanntlich ungelöste Stärke zu verzuckern ist, nicht entsprechen, stellten W. Windisch, P. Kolbach mit Banholzer

Angenommen sei ein scheinbarer Vergärungsgrad von 80%; entsprechend einem wirklichen von 64,8% bzw. einem Extraktgehalt von 4,23 im entgeisteten Bier. In 4,23 g sind enthalten im Mittel 0,47 g Eiweiß

	0,16 g Mineralbestandteile
	0,25 g Pentosane usw.
zusammen	0,88 g
außerdem	4,23 — 0,88 = 3,35 g Dextrin.

Bisher ist vorausgesetzt, daß 100 g Würze 100 g Bier entsprechen. In Wirklichkeit entstehen aber nur rund 97 g Bier normaler Vergärung. Es sind deshalb die 3,35 g Dextrin auf $\frac{97 \times 100}{103} = 3,25$ zu reduzieren.

Die Würze enthält 12 — 2,56 = 9,44 g Maltose + Dextrin, so bleiben 9,44 — 3,25 = 6,19 g Maltose.

In 100 g Maltose + Dextrin sind somit enthalten $\frac{100 \times 6,19}{9,44} = 65,6$ g Maltose und 34,4 g Dextrin.

Als günstigstes Verhältnis kann vielleicht angenommen werden 67 : 33. Der für die Neubildung von Hefezellen verbrauchte Zucker kann, da er zu gering ist (etwa 0,03 g für 100 g 12%ige Würze), unberücksichtigt bleiben.

und v. Benedek¹⁾ von neuem Versuche an, indem sie entsprechend der Praxis von Malz ausgingen, und dieses nach dem Kongreßverfahren vermaischten. Hier wurde nun in Abweichung früherer Befunde als optimales ph für die Diastase das Gebiet zwischen 5,3 und 5,8 festgestellt.

Wird dieses Gebiet nach unten überschritten, so stellen sich gleich Hemmungen, bzw. Schädigungen der diastatischen Wirkung ein, welche bei einem ph von 5,3 abwärts schon deutlich in der Erniedrigung des vergärbaren Zuckers, bzw. des Endvergärungsgrades zum Ausdruck kommen, derart, daß z. B. bei 5,1 unter Umständen schon eine Erniedrigung des Endvergärungsgrades um 3—4% gegenüber der Optimalzone eintritt.

Von Bedeutung für das ph-Optimum ist auch die Temperatur, bei welcher die Maische zwecks Verzuckerung gehalten wird. Wählt man z. B. 60° C, so liegt das Optimum bei 4,8—5,4 ph, während es bei 70° C sich in der Zone von 5,2—5,8 ph bewegt.

Diese Abhängigkeit von der Temperatur stellten schon Olsen und Fine²⁾ fest, welche bei der Steigerung von 25° C bis auf 70° C eine Verschiebung des ph von 4,3 auf 6,0 fanden. (Anmerkung.)

Entsprechend der Bedeutung der Reaktion der stärkehaltigen Flüssigkeit für die Betätigung der Diastase, kommt auch den für das Sudhaus verwendeten Wässern und ihren Salzen eine nicht unwichtige Rolle zu.

Bei Verwendung von Karbonatwässern wird, wenn das ph der Maische oberhalb etwa 5,8 liegt, die Diastase sich nicht so gut betätigen als bei Sulfatwässern, bei deren Benutzung das ph sich in dem Optimalgebiet 5,8 bis etwa 5,5 bewegt. Im allgemeinen werden im ersteren Falle Würzen mit nicht so hohem Maltosegehalt erzeugt werden, als im letzteren.

C. Hemizellulosen, und ihnen nahestehende Stoffe

In Fortsetzung der schon von Grüß beim Mälzungsverfahren studierten Auflösung der Stärkezellwände, geht auch beim Maischen eine weitere Aufschließung der Hemizellulosen vor sich, ob sie allerdings ein großes Ausmaß erreicht, steht noch dahin.

So wies z. B. Heiduschka nach, daß beim Maischen nach dem Kongreßverfahren von den Pentosanen, welche 8—10% der Malz-

¹⁾ W. Windisch, Kolbach, Banholzer und v. Benedek, Wochenschrift f. Brauerei 1928, S. 523 und 1929, S. 345.

²⁾ Olsen und Fine, Cereal Chemiste, 1, S. 215, 1924.

Anmerkung: Wird die ph-Bestimmung nicht bei Zimmertemperatur ausgeführt, so ergibt sich bei Messungen bei höheren Temperaturen nach Emslander (Zeitschrift f. ges. Brauwesen 1914 S. 38), daß mit der Temperatursteigerung ein Fallen des ph Hand in Hand geht. Emslander fand z. B. bei Zimmertemperatur 5,79 ph; bei 50° C 5,54 ph; bei 70° C 5,29 ph.

trockensubstanz ausmachen, etwa 20% einschließlich der beim Mälzen schon durch zytatischen Abbau löslich gemachten Anteile löslich geworden waren. Inwieweit die Pentosane der Spelze von dem Abbau erfaßt werden, ist eine offene Frage.

In Lösung geht auch **Lichenin**, ebenfalls eine zu den Hemizellulosen zählende Substanz, welche sich teils beim Kochen kolloidal löst, teils enzymatisch durch die **Lichenase** in Glukose abgebaut wird.

In Lösung gehen ebenfalls **Pektine**, den Hemizellulosen nahestehende Stoffe, welche zum Teil auch wieder in den Spelzen sitzen. Kochtemperatur ist auch hier wieder erforderlich, um sie aus den **Urpektinen** löslich zu machen, wobei sie in einen hochkolloidalen Zustand übergehen.

Alle diese Stoffe sind nicht ohne Bedeutung für das Bier. Durch ihre kolloidalen Eigenschaften tragen sie an ihrem Teil mit dazu bei, Vollmundigkeit und Schaumhaltigkeit zu erhöhen.

D. Eiweiß

a) Methodisches.

Beim Abbau des **Gersten-Eiweiß** durch proteolytische Enzyme entstehen bekanntlich Stickstoffkörper ganz verschiedener Eigenschaften, die außer der verschiedenen chemischen Struktur vor allem eine Auswirkung ihrer verschiedenen Molekulargrößen sind. Vom hochmolekularen kolloiden Albumin bis zu den niedrigstmolekularen, weitgehendst dispergierten Aminosäuren finden sie sich vor.

Von verschiedensten Seiten ist das Problem der Zergliederung dieser Stufen angefaßt.

Durch Fällung mit Schwermetallsalzen suchte vor allem **Schjerning**¹⁾ eine Trennung zu erreichen. Danach soll

durch Fällung mit Zinnchlorür (SnCl_2): Albumin I, (Leukosin),

durch Fällung mit Sublimat oder Bleiazetat: Albumin I und II (Edestin) und Denuklein,

durch Fällung mit essigsaurem Eisenoxyd: Albumin I und II, Denuklein und Propepton (Albumose),

durch Fällung mit Uranazetat: Albumin I und II, Denuklein, Albumose und Pepton,

durch Fällung mit Magnesiumsulfat: Albumin I und II und Albumose

erfaßt werden.

Weis²⁾ änderte teils die Methoden, teils baute er sie weiter aus.

¹⁾ H. Schjerning, Zeitschrift f. analyt. Chemie 1898, 37, S. 413.

²⁾ Weis, Zeitschrift f. ges. Brauwesen 1903, S. 353.

Danach werden durch Zinnchlorür Albumin und Albumose ziemlich vollständig gefällt; während Zinksulfat, Ammoniumsulfat und Uranazetat außer Albumin auch noch Albumose und Pepton fallen.

Auch Horace T. Brown und Millar¹⁾ fanden die Schjerningsche Fällungsskala als unzuverlässig. Sie stellten fest, daß Albumose durch Zinksulfat und Ammoniumsulfat ausgesalzen wird, Pepton dagegen nicht, und daß Zinksulfat geeigneter sei als Ammoniumsulfat, da eine größere Menge damit gefällt wird. Für die Peptonbestimmung fanden sie als geeignetes Verfahren die Fällung nach der Zinksulfataussalzung mit Phosphorwolframsäure.

Hinzutrat die Tanninfällung, die Sebelien²⁾ als einer der ersten schon angewendet hatte, dann von Weis³⁾ ergänzt, und später durch Fink und Riedel⁴⁾, sowie von Lundin und Schröderheim⁵⁾ in jüngster Zeit weiter vervollständigt wurde. Sie dient zur Fällung der hochmolekularen Stickstoffkörper (des wirklichen Eiweiß, und auch mehr oder weniger von Albumose und Pepton).

Als geeignetes Mittel gilt auch Jod, um hochmolekulares Eiweiß einschließlich Albumose zu fällen⁶⁾.

Auch durch Ultrafiltration⁷⁾ lassen sich die hochmolekularen von den niedrigmolekularen Gruppen in annähernder Weise trennen.

In gleicher Weise läßt sich auch durch Adsorption der kolloidalen Stickstoffkörper mit aktiver Kohle⁸⁾ eine solche Trennung durchführen, die indes ebensowenig scharf ist wie die übrigen vorhin aufgeführten Methoden zur genauen Erfassung der einzelnen hochmolekularen Abbaustufen imstande sind, da stets zugleich Teile des nächst niedrigen, ja unter Umständen auch der noch niedrigeren Stufen mit erfaßt werden. Zu Vergleichszwecken erweisen sie sich aber immerhin ausreichend brauchbar.

Über die niedrigmolekularen Stickstoffkörper im Malz haben namentlich Horace T. Brown und Millar wertvolle Arbeiten geliefert, und das Vorkommen von Asparagin, Leuzin, Tyrosin, Betain und Cholin nachgewiesen.

Für die Bestimmung der Gesamtheit der Amid-Aminokörper wurde indes die Formaldehyd-Methode von Sørensen grundlegend.

¹⁾ Horace T. Brown und Millar, Transactions of the Guinness research Labor. Bd. I Teil II 1906.

²⁾ Sebelien, Zeitschrift f. physiolog. Chemie 1889.

³⁾ Weis, Zeitschrift f. ges. Brauwesen 1903, S. 353.

⁴⁾ Fink und W. Riedel, Wochenschrift f. Brauerei 1930 Nr. 44.

⁵⁾ H. Lundin und J. Schröderheim, Wochenschrift f. Brauerei 1931, Nr. 33.

⁶⁾ A. Stadnick, Der böhm. Bierbrauer 1931, Nr. 1—5.

⁷⁾ W. Windisch, P. Kolbach und Wentzell, Wochenschrift f. Brauerei 1925, S. 287.

⁸⁾ A. Stadnick, Der böhm. Bierbrauer 1932, S. 167; außerdem P. Kolbach und R. Buse, Wochenschrift f. Brauerei 1933, Nr. 32 und 34.

Allgemein findet sie für die Ermittlung des Gehaltes an niedrigmolekularen Stickstoffverbindungen Anwendung, obgleich auch sie nicht imstande ist, einen scharfen Trennungsstrich zwischen diesen und den kolloiden, hochmolekularen Stoffen zu ziehen, da zugleich auch Teile der hochmolekularen Gruppen damit erfaßt werden.

Die Unzulänglichkeit und verschiedene Wertigkeit der analytischen Methoden brachte es mit sich, daß lange Zeit ziemlich unklare aber auch widerspruchsvolle Auffassungen über die mengen- und artmäßigen Verhältnisse der Stickstoffkörper im Malz, beim Abbau während des Maischens, beim Würzekochen und im weiteren Verlauf des Bierherstellungsverfahrens bestanden. Hinzukam, daß man noch nicht erkannt hatte, in welchem erheblichem Maße der Verlauf der proteolytischen Aufspaltung von der Umgebung beeinflusst wird, und welcher Art diese Faktoren sind. Hierzu gehört vor allem die Reaktion der Maische, die ihrerseits wieder entscheidenden Einfluß auf die Optimaltemperatur ausübt. Auch Konzentration und Zeitdauer, und diese wieder in Zusammenhang mit dem pH sind zu beachten, da auch sie in gegenseitiger Beeinflussung miteinander stehen.

Erst die jüngste Zeit ermöglichte es, durch eingehendere Untersuchungen von verschiedensten Seiten, die teils erst auf Grund von verbesserten analytischen Methoden durchführbar waren, einen immer tieferen Einblick in den Eiweißabbau beim Maischen zu gewinnen. Nicht nur war es ein Aufbau auf älteren Erkenntnissen; eine Erweiterung und schärfere Erfassung. Auch alte, lange Zeit mit Zähigkeit festgehaltene Anschauungen und Behauptungen mußten fallen, die sich nicht bestätigen ließen, die direkt auch als falsch erwiesen wurden.

b) Abbau des Eiweiß bei festen Temperaturen

Das dem Sudhaus zugeführte Malz enthält 24—33% seines Eiweißes in Form wasserlöslicher Bestandteile. Beim Maischen setzen die proteolytischen Enzyme ihre abbauende Tätigkeit weiter fort. Ähnlich wie der Abbau der Stärke unterliegt der Eiweißabbau einer Reihe von, durch die Maischverhältnisse gegebenen Einwirkungen, welche mengen- wie stufenmäßig den Verlauf des Abbaus bestimmen. Doch nicht diese allein stellen die hierfür maßgebenden Faktoren dar. Entscheidend ist auch noch die Eigenart der Gerste und die Beschaffenheit des Malzes.

Im einzelnen kommen folgende Faktoren für den Abbau in Frage:
Der Eiweißgehalt der Gerste.

Der Gehalt an proteolytischen Enzymen im Malz.

Der Lösungsgrad des Malzes an sich, und der Grad des Eiweißabbaus beim Mälzen.

Schrot-Wasserverhältnis.

Temperaturen und Zeitdauer des Abbaus beim Maischen.

Schonung oder Vernichtung der proteolytischen Enzyme beim Maischen.

Anregungs- oder Hemmungsstoffe.

Säuren, ph.

Die chemischen Bestandteile des Brauwassers.

1. Eiweißgehalt der Gerste

Von den Proteinen der Gerste sind es vor allem das Edestin und Hordein, welche durch den proteolytischen Angriff beim Mälzen und Maischen abgebaut werden. An Hordein enthält die Gerste im allgemeinen doppelt so viel wie an Edestin. Der Hordeingehalt steht insofern in einer gewissen Beziehung zum gesamten Eiweißgehalt, als er im allgemeinen mit diesem steigt und fällt. Eiweißreiche Gersten können somit nicht nur Malze mit höherem Gehalt an wasserlöslichem Stickstoff (Eiweiß) liefern, sondern auch eiweißreichere Würzen als eiweißarme Gersten, sofern Mälzungs- und Maischbedingungen entsprechend gewählt werden.

2. Der Gehalt an proteolytischen Enzymen

Die Aktivierung der proteolytischen Enzyme — Protease (Proteinase) und Peptase (Peptidase) — wird durch den Mälzungs Vorgang ausgelöst. Bei angemessener Blattkeimentwicklung unter Innehaltung verhältnismäßig niedriger Temperaturen werden die für Braumalz erforderlichen günstigen Bedingungen bezüglich der Aktivierung angemessener Mengen, wie auch für das zweckmäßige Verhältnis zwischen tryptischen und peptischen Enzymen, geschaffen.

Kräftiger Blattkeimbildung folgt starke Enzymbildung.

Eiweißreiche Gersten vermögen mehr Enzyme zu erzeugen als eiweißarme. Enzymreiche Malze geben, entsprechende Verhältnisse beim Maischen vorausgesetzt, unter der Wirkung des starken proteolytischen Angriffs eiweißreiche Würzen.

3. Lösungsgrad

Hoher Lösungsgrad des Malzes geht mit entsprechendem Eiweißabbau Hand in Hand. Gut gelöstes Malz¹⁾ ist an sich schon reich an, durch den Mälzungs Vorgang abgebauten, wasserlöslichen Stickstoffkörpern. Die noch abbaufähigen Anteile an Eiweiß sind auch beim Mai-

¹⁾ Gute Lösung ist im allgemeinen vorhanden, wenn im Malz vom Stickstoff mehr wie etwa 32% ges. löslich und mehr wie etwa 20% dauernd löslich sind; bzw. beim Maischen nach dem Kongreßverfahren

mehr wie etwa 40% ges. löslich

„ „ „ 34% dauernd löslich

„ „ „ 100:33 beim Verhältnis von dauernd löslichem Stickstoff zu Formolstickstoff gefunden werden, siehe dieses Kapitel III, D, c und d.

schen leicht abzubauen. Es entstehen Würzen nicht mit niedrigem, sondern mit mittlerem bzw. höherem Eiweißgehalt. So kommt es auch vielfach vor, daß eiweißarme Malze, die gute Lösung besitzen, einen hohen und höheren Gehalt an löslichem und Formolstickstoff haben als eiweißreichere bei mäßiger Lösung; und damit auch Würzen mit höherem Stickstoffgehalt geben.

Bei schlecht gelöstem Malz ist nur eine mäßige Aktivierung der proteolytischen Enzyme eingetreten. Schlechter Lösung kann eiweißreiche wie eiweißarme Gerste unterliegen; sei es, daß in gewolltem Sinne auf eine knappe Auflösung hingearbeitet, sei es, daß unsachlich gemälzt, oder trotz möglichst sachlicher Mälzung gute Lösung nicht erzielt wird, wie es bei speckiger Gerste vorkommt. Weder sind die Stärkesäcke noch die Stärkekörner ausreichend angegriffen, noch die Plasmaeinbettungsmassen ausreichend enzymatisch durchsetzt und abgebaut. Vor allem ist auch das Randeisweiß nicht genügend gelöst.

Die Angriffswirkung der zytatischen und diastatischen Enzyme geht indes nicht in strengem Sinne parallel mit dem proteolytischen Abbau. Durch voraneilende Lösung der Stärkesäcke und Korrosion der Stärkekörner kann unter Umständen eine Scheinlösung vorgetäuscht werden, bei welcher der Eiweißabbau noch rückständig geblieben ist.

In solchen Fällen sowohl, wie bei direkt schlechter Lösung entstehen, sofern nicht auf starken Abbau im Sudhaus hingearbeitet wird, Würzen mit niedrigem Stickstoffgehalt.

Dabei setzt Hartmalz, kurz gewachsen mit knapper Lösung, dem Eiweißabbau beim Maischen größeren Widerstand entgegen als Hartmalz längeren Wachstums aus eiweißreicher Gerste. Eine Betonung des stärkeren Abbaus wird erforderlich, da damit eine lockere Lagerung der Treber, bessere Läuterung, leichtere und vollständigere Aussüßung der Treber infolge ihrer lockereren Lagerung, eine höhere Ausbeute und eine kräftigere und bessere Koagulation des Eiweiß im Hopfenkessel erzielt wird.

Betont man den Eiweißabbau nicht, so kann es eintreten, daß Müßmalz, gut gelöst, aus eiweißarmer Gerste erheblich eiweißreichere Würzen liefert, als schlecht gelöstes Malz aus eiweißreicher Gerste, wie aus folgenden Zahlengegenüberstellungen hervorgeht, die aus zahlreichen Untersuchungen ¹⁾ in der Hochschulbrauerei, Berlin herausgenommen sind.

¹⁾ Eigene Untersuchungen gemeinsam mit J. Ambrosius.

Zwei-Maischverfahren mit nicht betontem Eiweißabbau

	Stickstoffgehalt in 100 g 12%iger Würze in g
a) Malz aus eiweißarmer Gerste, knapp gelöst . .	0,087
b) Malz aus Gerste mit verhältnismäßig hohem Eiweißgehalt, schlecht gelöst	0,100
c) Malz aus eiweißarmer Gerste, gut gelöst, mürbe	0,101
d) Malz aus eiweißarmer Gerste, sehr gut gelöst, sehr mürbe	0,114

Wird aber auf starken Abbau beim Maischen hingearbeitet, liefert auch schlecht gelöstes Malz aus eiweißreicher Gerste eiweißreiche Würze (Malz b). Bei knapp gelöstem Malz aus eiweißarmer Gerste tritt nicht minder eine erhebliche Steigerung im Eiweißgehalt ein (Malz a), ohne daß indes die Höhe eines Malzes aus eiweißreicher Gerste erreicht wird.

Ein-Maischverfahren mit stark betontem Eiweißabbau

	Stickstoffgehalt in 100 g 12%iger Würze in g
Malz a	0,104
„ b	0,120
„ c	0,105
„ d	0,120
„ e	0,125

Wesentlich anders kann sich die starke Betonung des Eiweißabbaus nun aber bei gut gelöstem Malz auswirken. Der intensive Angriff der proteolytischen Enzyme, welcher bei schlechter Lösung noch erhebliche Anteile an Eiweiß abzubauen vermag, hat hier bei weitem nicht mehr den gleich starken Erfolg, ja unter Umständen nur eine mäßige Wirkung. An überhaupt abbaufähigem d. h. lösungsfähigem Eiweiß ist nur noch wenig vorhanden. Der Stickstoffgehalt der Würze kann nur noch um einen geringen Betrag gesteigert werden. An den obigen Beispielen wird es ersichtlich.

Die Steigerung beträgt bei

Malz a	22%
„ b	20%
„ c	4%
„ d	5%

Eine Steigerung über 22% gegenüber dem Stickstoffgehalt bei nicht, bzw. schwach betontem Abbau ist von mir bisher, wie die Verhältnisse im praktischen Betrieb auch gewählt wurden, nicht beobachtet worden, obgleich die Feststellungen bei verschiedensten Malzen von verschiedenen Jahren gemacht worden sind

Allgemein kann somit der Satz aufgestellt werden, daß zwischen Betonung und Nichtbetonung des Eiweißabbaus die Unterschiede in mengenmäßiger Hinsicht um so kleiner werden, je besser die Lösung des Malzes ist.

4. Schrot/Wasserverhältnis

Die Lösung von Eiweiß beim Maischen nimmt, worauf schon Schjerning (1906) hinweist, mit der Konzentration der Maische ab, und ist am weitgehendsten bei einem Schrotwasser Verhältnis 1 : 2. Dem Einfluß sollen am stärksten die Albumine unterliegen. Auch unsere Untersuchungen im praktischen Betriebe führen bezüglich des mengenmäßigen Abbaus zu dem gleichen Ergebnis. Wie schon Schjerning feststellte, sind die Unterschiede bei dickem gegenüber dünnem Maischen indes nicht erheblich.

Bei einem Schrot-Wasserverhältnis 1 : 2 betrug die Mehrlösung nur etwa 4% gegenüber einem Verhältnis 1 : 6. Auch unsere Untersuchungen ergaben nur ein Mehr von etwa 4% bei einem Schrot-Wasserverhältnis 1 : 2½ gegenüber 1 : 5, entsprechend einer Vorderwürze von etwa 20% gegen 14% Extrakt. Zu ähnlichen Ergebnissen kommt Kolbach¹⁾ auf Grund von Laboratoriumsuntersuchungen. Bei zweistündigem Maischen bei 60° C stellte er bei einem Schrot-Wasserverhältnis von 1 : 2 eine Mehrlösung von etwa 7% fest gegen Schrotwasser 1 : 5,2. Dabei waren sowohl, allerdings in ungleichem Maße der Formolstickstoff, wie Kohle- und Tanninstickstoff beteiligt.

Die stärkere Eiweißlösung ist namentlich auf das günstigerere pH der dickeren Maische, vielleicht aber auch auf die größere Affinität zum Substrat in der dickeren Maische zurückzuführen, da bei allen Enzymen eine Steigerung im Abbau mit wachsender Konzentration des Substrates Hand in Hand geht, und auch von v. Euler und Josephson bei der Peptidspaltung durch Darmerepsin nachgewiesen worden ist. Vielleicht ist sie auch mit auf die größere Schutzwirkung der Kohlehydrate zurückzuführen.

5. Temperaturen und Zeitdauer

α) Optimaltemperaturen für Gesamt- und dauernd löslichen Stickstoff

Die Wirkung der proteolytischen Enzyme beim Maischen nimmt mit steigender Temperatur zu, bis der kritische Zustand eingetreten ist, wo die schädigende Wirkung der Hitze beginnt, Übergewicht über die anregende zu gewinnen. Bei immer weiterer Temperatursteigerung wird die Schädigung stärker und immer stärker. Die Enzyme selbst werden angegriffen, bis bei etwa 60° C die Tätigkeit der Peptidase, und bei 80° C die Tätigkeit der Proteinase völlig erlischt.

¹⁾ P. Kolbach und R. Buse, Wochenschrift f. Brauerei 1933, S. 283.

Wie bei allen enzymatischen Vorgängen, so erreicht auch der enzymatische Eiweißabbau bei einer bestimmten Temperaturhöhe seine stärkste Wirkung (Optimum).

Die Arbeiten über die Bestimmung der *Optimaltemperatur* gehen bis auf K j e l d a h l ¹⁾ (1882) zurück. Als Optimum fand er bei Benutzung von Weizenkleber und Malzauszug und einstündiger Maischzeit (Abbauzeit) eine zwischen 50 und 55° C liegende Temperatur.

Als Optimum geben S c h j e r n i n g, W e i s, S ö r e n s e n für Tryptase 45° C, bzw. 47—48° C, und für die Peptase 55° C bzw. 51° C an ²⁾.

F e r n b a c h und H u b e r t ³⁾ gaben als Optimaltemperatur nahe 60° C an.

P e t i t und L a b o u r a s s e ⁴⁾ stellen das Optimum bei 55° C fest; H. T. B r o w n ⁵⁾ fand als Optimum eine Temperatur, welche zwischen 43 und 54° C für den dauernd löslichen Stickstoff lag.

W. W i n d i s c h und R e i s e r legten es bei 50° C fest.

In letzter Zeit beschäftigten sich weiter W. W i n d i s c h, P. K o l b a c h und E. S c h i l d ⁶⁾, sowie O l i v e r und H. E. K e l l y ⁷⁾ mit dieser Frage. Nach den Feststellungen der ersteren, welche im Schrotwasser-verhältnis 1 : 4 maischten, lag das Optimum je nach der Dauer der Maischzeit in einer Zone, welche nach unten von 50° C, und nach oben von 60° C begrenzt wurde, soweit es sich um die Bildung von ges. löslichem Stickstoff handelte, während die obere Grenze für den dauernd löslichen Stickstoff sich bis nach 65° C hinaufschob.

Bei einer Maischzeit von 2—3 Stunden wurde als Optimalzone gefunden:

	Malz I	Malz II
für den gesamt löslichen Stickstoff das Gebiet von	52—55° C	50—52° C
für den dauernd löslichen Stickstoff	55—58° C	54—58° C
für den Formolstickstoff	45—52° C	46—53° C

Bei einer erheblich kürzeren Maischzeit ($\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Stunde):

	Malz I	Malz II
für den gesamt löslichen Stickstoff das Gebiet von	57—59° C	55—57° C
für den dauernd löslichen Stickstoff	61—63° C	60—62° C
für den Formolstickstoff	53—59° C	57—63° C

¹⁾ Nach F. W e i s, Zeitschrift f. ges. Brauwesen 1903, S. 304.

²⁾ Damaliger Auffassung zufolge wurde, im Gegensatz zu neuerer Zeit, mit Peptase das Enzym bezeichnet, welches den Abbau nur bis zu den Peptonen durchführt; als Tryptase dasjenige, welches auch noch darüber hinaus in die niedrigeren Abbaustufen hineinführt.

³⁾ F e r n b a c h und H u b e r t, Compt. rendus 130, 1783.

⁴⁾ P e t i t und L a b o u r a s s e, Compt. rendus 131, 349.

⁵⁾ B r o w n, Journal of the Inst. of Brewing 1909, S. 169.

⁶⁾ W i n d i s c h, K o l b a c h, S c h i l d, Wochenschrift f. Brauerei 1931, S. 253.

⁷⁾ K e l l y, Journal of the Inst. of Brewing 1932, S. 440.

Aus den von den Autoren zusammengestellten Analysenwerten, und den aus ihnen übertragenen Diagrammen wird ersichtlich, daß die Zone nicht in einer steilen, sondern in einer ausgesprochen flachen Kurve verläuft, wie z. B. nebenstehendes Diagramm erkennen läßt.

Temperaturoptimum

Diagrammatisch von P. Kolbach und E. Schild aus den Analysenzahlen nebenstehender Tabelle ermittelt (ph 6,15—5,90)

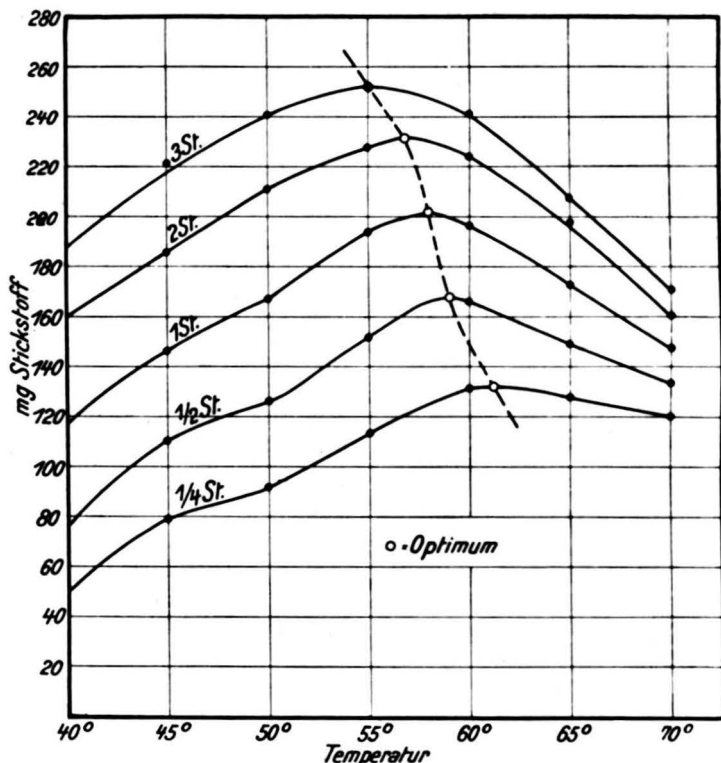


Abb. 14. Einfluß der Maischdauer auf das Temperatur-Optimum für die Bildung von dauernd löslichem Stickstoff nach Windisch, Kolbach und Schild.

Die Stickstoffzahlen stellen die Zunahme beim Maischen dar, gegenüber den im Malz schon vorhandenen Werten.

Die Scheitel der Kurve erheben sich nur wenig über die benachbarten Teile. Nachstehende Tabelle gibt eine Aufstellung dieser Scheitelpunkte.

Mit vorstehenden Befunden stehen anscheinend die jüngsten Feststellungen von Kelly¹⁾ — auf Grund anderer Berechnung —, nicht in Einklang.

¹⁾ Kelly, Journal of the Inst. of Brewing 1932, S. 440.

Eiweißabbau bei verschiedenen Temperaturen und verschiedener Abbauezit (Maischzeit) ¹⁾

Ph	Abbau- Temperatur (Maischzeit)	in 100 g Malztrockensubstanz.								
		Ges. löslich N mg Maischzeit in Std.			dauernd löslich N mg, Maischzeit in Std.			Formolstickstoff mg Maischzeit in Std.		
		¼	2	3	¼	2	3	¼	2	3
6,13	0°	437 (1Std.)			292 (1 Std.)			128 (1 Std.)		
6,15	40°	493	615	642	345	452	481	143	191	203
6,15	50°	528	661	681	383	503	532	156	207	221
6,05	55°	547	645	664	406	519	544	159	201	213
6,01	60°	535	618	625	423	516	533	162	194	203
5,98	65°	517	568	572	420	490	499	161	180	183
6,00	70°	481	519	518	413	452	463	154	164	164

Werden die von Kelly gefundenen Zahlen aber auf Malztrockensubstanz berechnet, so nähern sie sich sehr den obigen, und es ergibt sich ebenfalls ein Optimalgebiet von 50—55° C für ges. löslichen Stickstoff bei einer Maischzeit von zwei Stunden.

Für den dauernd löslichen Stickstoff liegt das Optimalgebiet etwas höher als für den ges. löslichen Stickstoff.

Das Optimalgebiet für den Formolstickstoff liegt indes etwas tiefer, was auch aus den Kellyschen Zahlen hervorgeht (45—55° C).

β) Temperatur und Maischzeit für gesamt- und dauerndlöslichen Stickstoff

Auf die Höhe des Optimalgebietes hat die Maischzeit einen unverkennbaren Einfluß. Mit zunehmender Zeit bewegt es sich in entgegengesetzter Richtung. Kurzes Maischen erzeugt ein höheres Temperatur-optimalgebiet als langes Maischen, was sich derart auswirkt, daß die obere Grenze bei 2—3 stündiger Maischzeit bis um etwa 5° C gegenüber der bei kurzer Maischzeit herabgedrückt werden kann.

Während es bei einer Maischzeit von ¼—½ Stunde sich über die Temperaturgrade von 55—60° C erstreckt, geht es bei einer 2—3 stündigen Maischzeit auf 50—55° C für ges. löslichen Stickstoff zurück. In

¹⁾ W. Windisch, Kolbach, Schild, Wochenschrift f. Brauerei 1931, S. 267. Zusammengestellt aus den Analysenzahlen der Tabelle 5.

Der proteolytische Abbau dehnt sich über die in der Tabelle angegebenen Maischzeiten in Wirklichkeit noch etwas aus. Die Maischen wurden zwar sofort nach Beendigung der vorgesehenen Zeit abgekühlt. Bei der Filtration setzt sich immerhin noch der Abbau, wenn auch nur in sehr geringem Maße, fort. Die Beeinflussung der Ergebnisse durch diese Einwirkung kann vernachlässigt werden.

entsprechender Weise vollzieht sich die Verschiebung bei dem dauernd löslichen und dem Formolstickstoff.

Gemäß diesen Ergebnissen, denen zufolge das Optimalgebiet je nach der Art des Malzes und der Maischzeit in ein wechselndes Gebiet der Temperaturzone von 50—60° C für den ges. löslichen Stickstoff fällt, müssen verschiedene frühere Literaturangaben als überholt angesehen und richtig gestellt werden.

Das Temperaturoptimum ist kein Festpunkt, sondern wird durch eine ziemlich breite Zone dargestellt.

Nicht in gleichem Maße wie der Abbau (Lösung) mit steigender Temperatur stärker wird, findet bei der Überschreitung der Optimaltemperatur eine Abschwächung statt. Bei kurzer Abbauzeit läuft die Kurve flacher aus als bei längerem Abbau, auch flacher als im Anstieg. Es betrug z. B. ¹⁾ die Zunahme an Stickstoff gegenüber dem im Malz vorhandenen löslichen Stickstoff bei kurzer Abbauzeit ($\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Std.):

		gesamt löslicher Stickstoff	dauernd löslicher Stickstoff
Abbau bei	40° C etwa	10—15%	15—20%
	50° C	20—28%	25—40%
	55° C	25—33%	35—50%
	60° C	20—33%	40—60%
	65° C	15—25%	40—55%
	70° C	10—20%	35—55%

bei langer Abbauzeit (2—3 Stunden):

		gesamt löslicher Stickstoff	dauernd löslicher Stickstoff
Abbau bei	40° C	40—50%	40—60%
	50° C	50—60%	70—90%
	55° C	48—62%	75—95%
	60° C	40—55%	75—95%
	65° C	28—40%	65—80%
	70° C	18—30%	55—70%

Bei einer Maischzeit von 2—3 Stunden wurde maximal eine Zunahme bis zu 95% für dauernd löslichen Stickstoff gegenüber 62% bei dem ges. löslichen Stickstoff gefunden. Doch schon bei einer Maischzeit von etwa $\frac{1}{2}$ Stunde zeigte sich schon eine Zunahme an dauernd löslichen Stickstoff bis auf 60%, und an ges. löslichen Stickstoff bis auf 33%.

Von einem Malz, bei welchem 28% des Stickstoffs in löslicher Form vorhanden waren, wurden unter den optimalen Bedingungen noch 16% durch die proteolytischen Enzyme in Lösung gebracht, so daß insgesamt 44% des Malzstickstoffs in löslicher Form gewonnen wurden.

¹⁾ W. Windisch, Kolbach und Schild.

Diese Feststellungen bringen generell nur eine Bestätigung von den Untersuchungen K j e l d a h l s und von W e i s, von denen ersterer schon fand, daß bei dreistündiger Einwirkung etwa 40% mehr abgebaut wurden, als bei einstündiger Einwirkung, während nach W e i s eine zweistündige Abbaupzeit 45% mehr ergab gegenüber dem Abbau in der ersten halben Stunde.

Die Auffassung, daß sich der Abbau hauptsächlich gleich am Anfang der Maischzeit vollzieht, und daß durch die Ausdehnung der Zeit keine wesentlich weitere Lösung stattfindet, wie sie in den letzten Jahren gern vertreten wurde, bedarf daher bis zu einem gewissen Grade der Einschränkung. Richtig ist allerdings, daß die Kurve des Abbaus anfänglich ziemlich steil ansteigt, und sich dann verhältnismäßig schnell verflacht.

Von wesentlicher Bedeutung sind die Feststellungen, daß bei den hohen Maischtemperaturen eine erheblich viel höhere Abbaupwirkung vorhanden ist, als es früheren Untersuchungen nach der Fall sein sollte.

Werden, wie es bei dem Hoch-Kurz-Maischverfahren geschieht, Einmaischtemperaturen von etwa 60—65° C gewählt, so kann sich das Verhältnis derart gestalten, daß bei kurzzeitiger Innehaltung dieser Temperaturen an ges. löslichem Stickstoff ebensoviel erzeugt wird, als bei etwa 50° C; an dauernd löslichem Stickstoff dagegen erheblich mehr; daß hingegen bei längerer Innehaltung der Einmaischtemperaturen (60—65° C) die Eiweißlösung unter Umständen erheblich hinter der bei 50° C zurückbleibt, die Bildung von dauernd löslichem Stickstoff aber etwa die gleiche ist.

Noch bei 70° C kann an dauernd löslichem Stickstoff annähernd ebensoviel erzeugt werden, als gleichzeitig optimal möglich ist, wenn jeweilig z. B. kurze Abbaupzeit innegehalten wird. Unter Umständen aber sogar mehr, wenn bei 70° C länger gehalten wird, als bei der früher meist angenommenen Optimaltemperatur von 50° C, oder selbst in der Temperaturzone von 50—60° C.

Ausgesprochen lange Abbaupzeiten verschieben das Bild der Abbauvorgänge nicht unwesentlich. Hier sind die oberen Temperaturen nicht mehr so überlegen. Infolge der längeren Maischzeit können die Griesse und Mehle schon bei den niederen Temperaturen besser erweicht und den enzymatischen Angriffen leichter zugänglich gemacht werden. Andererseits verstärkt sich bei den höheren Temperaturen die schwächende Hitze Wirkung auf die Enzyme mit der Ausdehnung der Zeit, während der Abbau bei den niederen Temperaturen infolge der ungeschwächten enzymatischen Einwirkung erheblich aufholen kann. So kann es kommen, daß schon bei etwa 40° C ebensoviel dauernd löslicher Stickstoff gebildet wird, als bei 70° C.

Je nach den Verhältnissen können also niedrige Temperaturen bei längerer Maischzeit größere Mengen an dauernd löslichem Stickstoff erzeugen, als höhere Temperaturen bei kürzerer Maischzeit, und die Abbau-

wirkungen unterhalb der Optimalzone größer werden, als in der Optimalzone, wenn bei letzterer kürzere Zeit gemaischt wird als bei niedrigeren Temperaturen. Andererseits können die über die Optimalzone hinausgehenden Temperaturgrade, je nach der Dauer der Abbauezeit, mehr dauernd löslichen Stickstoff erzeugen als die Optimumtemperaturen bei kürzerer Maischzeit.

Temperatur und Zeit verlaufen in ihren Auswirkungen verschieden. Da beide in mannigfachster Art miteinander kombiniert zu werden pflegen, mußsich ein außerordentlich vielseitiger Verlauf im Abbau ergeben, der sich am stärksten auswirkt, je länger die Abbauezeit im Temperaturoptimum gehalten wird.

γ) Optimaltemperatur für Formolstickstoff

Das Optimum für die Bildung von Formolstickstoff richtet sich auch wieder nach Malzart, Maischzeit und ph. Es läßt sich ebenfalls nicht wieder auf eine bestimmte Temperatur festlegen, sondern stellt gleichfalls ein Temperaturgebiet von mehreren Graden dar, setzt zum Teil schon bei 45° C ein, und bewegt sich über eine breite Zone bis auf 63° C aufwärts¹⁾. Es liegt also teilweise niedriger als das Optimum für die Bildung für ges. löslichen und dauernd löslichen Stickstoff, was wieder nur eine Bestätigung der Feststellungen von Schjerning, sowie von Petit und Labourasse darstellt, von denen ersterer ein Optimum von 38—45° C, letztere ein Optimum von 40—45° C fanden, während es nach Kellys Untersuchungen bei 45—50° C lag.

Gleich wie die Optima für ges. löslichen und dauernd löslichen Stickstoff liegt es bei kurzer Abbauezeit etwas höher als bei längerer. Bei längerer Abbauezeit ist die Zunahme natürlich wieder größer als bei kürzerer. Beispielsweise steigerte sie sich bei 2—3 stündigem Abbau um etwa 60—72% gegenüber dem im Malz vorgebildeten. Bei dem dauernd löslichen Stickstoff ging sie bis auf 95%.

**Zunahme an Formolstickstoff
Abbauezeiten**

	¼ Std.	2 Stdn.	3 Stdn.
bei 40° C	12%	50%	58%
„ 50° C	22%	60%	72%
„ 55° C	24%	59%	66%
„ 60° C	27%	50%	58%
„ 65° C	27%	40%	41%
„ 70° C	22%	28%	28%

Von besonderem Interesse ist die Bewegung des Formolstickstoffs im Vergleich zu der des dauernd löslichen im Gang des Abbaus. Wie aus

nachstehender Übersicht ¹⁾ erkenntlich wird, kann das Verhältnis gleich oder unterschiedlich sein, wenn die Maischzeiten (Abbauzeiten) kürzer oder länger gehalten werden, die Temperatur aber nicht verändert wird.

Mit der Ausdehnung der Abbaupzeit nimmt unter Umständen der Anteil an Formolstickstoff stärker zu als der an dauernd löslichem. Das Verhältnis beider zueinander verschiebt sich zugunsten des Formolstickstoffs.

Eine festere Beziehung ergibt sich, sobald Änderungen der Temperatur stattfinden. Bei niederen Temperaturen bis etwa 40° C ist die Bildung des Formolstickstoff zum Teil im Vorteil, von 40° C an bis 50—55° C hält sie sich mit dem dauernd löslichen Stickstoff im Gleichgewicht; bei darüber hinausgehenden Graden bleibt sie mehr und mehr hinter dem dauernd löslichen Stickstoff zurück.

Neugebildeter Formolstickstoff in Prozenten des neugebildeten dauernd löslichen
ph 5,9—6,1

	$\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Stunde		2—3 Stunden	
	Malz I	Malz II	Malz I	Malz II
Im Malz vor gebildet				
(0° C)	40	43	40	43
20° C	43	43—56	41—42	40—43
30° C	—	44—48	—	45—48
40° C	40	28—33	38—40	39—40
45° C	—	28	—	38—39
50° C	36—37	31—33	38	37—39
55° C	34—37	27—29	34—35	32—34
60° C	33—34	26	34	30—31
65° C	34	24—26	34	26—27
70° C	32—33	20—22	32	21—23

Das Verhältnis zwischen dauernd löslichem und Formolstickstoff, welches im Malz 100 : 40 bzw. 43 betrug, senkt sich, wenn nur die Neubildungsverhältnisse gegenübergestellt werden, zum Teil erheblich zum Nachteil des Formolstickstoffs. In einem der der Untersuchung unterzogenen Fälle ging die Senkung von 100 : 43 auf 100 : 24—26 bei 65° C und auf 100 : 20—22 bei 70° C. Auch die Untersuchungen von Bishop und Kelly kamen zu einem entsprechenden Ergebnis (100 : 18—20).

Betrachtet man die nach dem Maischen einschließlich der Neubildung vorhandenen Mengen an Formolstickstoff wie die an dauernd löslichem bzw. das Verhältnis beider zueinander, im Vergleich zu den entsprechenden Bestandteilen im Malz, so ergibt sich auch wieder, daß das Verhältnis

¹⁾ W. Windisch, Kolbach, Schild, Wochenschrift f. Brauerei 1931, S. 269.

von dauernd löslichem Stickstoff zu Formolstickstoff in den (betreffenden) Würzen mit zunehmender Maischtemperatur allmählich zum Nachteil des Formolstickstoffs fällt. Es senkte sich bei den vorstehend besprochenen Fällen von 100 : 40 bzw. 43 auf 100 : 33 bzw. 36 bei 70° C.

Allgemein ist hieraus zu folgern:

Bei den niedrigen Temperaturen eilt die Peptase (Peptidase) der Proteinase (Tryptase) in ihrer Wirkung etwas voran. Mit der Temperatursteigerung holt dann die Tryptase den Vorsprung wieder ein, erlahmt aber nach weiterer Temperatursteigerung bei weitem nicht so früh wie die Peptase, welche, worauf schon von Weis hingewiesen wurde, weniger hitzefest ist als die Tryptase.

Wie deshalb auch gemaischt werden möge, unter allen Verhältnissen, auch im praktischen Betrieb, wird sowohl Eiweiß in Lösung gebracht, als auch in niedrigere Stufen abgebaut, und es wächst der Gehalt an Formolstickstoff. Dabei erfährt das Verhältnis von dauernd löslichem zu Formolstickstoff eine Verschiebung, die mit steigender Temperatur mehr und mehr den Anteil an Formolstickstoff zurückdrängt, oder mit anderen Worten den Anteil an hochmolekularem Stickstoff erhöht.

Das Verhältnis von dauernd löslichem Stickstoff zu Formolstickstoff bleibt aber stets und unter allen Bedingungen unterhalb 100 : 50, ja selbst unter 100 : 40—45. Es überragt also immer der Gehalt an hochmolekularem gegenüber dem an niedrigmolekularem Stickstoff. Mag der Eiweißabbau beim Maischen stark betont oder nur schwach betont werden, mag niedrig oder hoch eingemaischt werden. Unter den optimalen Bedingungen wird nicht nur am meisten Eiweiß in Lösung gebracht, sondern auch der höchste Gehalt an hochmolekularem wie auch an niedrigmolekularem Stickstoff gebildet. Andererseits wird bei den höchsten Temperaturen (65° C und darüber) sowohl weniger Eiweiß gelöst, wie auch weniger hoch- und niedrigmolekularer Stickstoff gebildet, und es entstehen die eiweißärmeren Würzen; allerdings mit relativ höchstem Gehalt an hochmolekularem Stickstoff.

δ) Optimaltemperatur für koagulables Eiweiß

Die Bildung von koagulablem Eiweiß verläuft in anderer Richtung wie die von dauernd löslichem und Formolstickstoff. Bei tieferen Temperaturen ist eine Zunahme vorhanden. Dieses Plus wird aber mit steigender Temperatur geringer und immer geringer. Das Maximum entsteht in den Temperaturgraden von etwa 20—50° C. In dem Gebiet um 50° C, in welchem der Gehalt an ges. löslichem Stickstoff um 50—60% gewachsen ist, ist an koagulablem Stickstoff nicht mehr vorhanden, als im Malz vorgebildet worden ist ¹⁾. Von hier an, unter Umständen auch

¹⁾ Zur vollständigen Koagulation ist nach L i n t n e r und besonders nach S c h j e r n i n g (Compt. rend. 1914, II. Bd., II. Lieferung, S. 45) eine Kochzeit von vier Stunden erforderlich.

schon von 40° C an, beginnt die Abnahme, die sich dann auch gleich in starkem Umfange fortsetzt. Bei etwa 65° C sinkt sie derart, daß das Verhältnis von ges. löslichem zu koagulablem Stickstoff nicht mehr wie 100 : 12—15 beträgt, um bei 70° C noch weiter bis auf etwa 100 : 10—12 zu fallen. Von dem im Malz vorhandenen koagulablem Stickstoff, dessen Zunahme maximal nicht über 20% stieg, verschwinden mit Steigerung der Abbautemperaturen nach und nach 50—60%.

Der Eiweißabbau aus dem Ursprungseiweiß führt also von vornherein gleich zum Teil über die oberste Stufe hinweg und in die weiter niedrigeren hinein. Die höchste Abbaustufe, das koagulable Eiweiß, ist danach bis zu einem bestimmten Grade nur eine wenig beständige Zwischenstufe, welche schnell weiterer Spaltung unterliegt. Die Aufspaltung tritt auch noch bei Temperaturen von 65—70° C und darüber ein.

Der starke Abfall im koagulablen Eiweiß bei Überschreitung der Optimalzone ist teils auf die Koagulation des Leukosins zurückzuführen, welches nach Weinstein¹⁾ je nach den Verhältnissen bei 52—55° C, ja selbst erst bei 60° C ausflockt, teils auf die weitere Aufspaltung des im Malz vorhandenen und des beim Maischen entstandenen anderen koagulablen Anteils²⁾.

Ob die Koagulation indes beim Maischen (aber ohne Kochmaischen) eine erhebliche (vollkommene ?) ist, erscheint ungewiß, da das Optimum der Koagulation von Leukosin bei einem pH von 4,6 liegt.

¹⁾ Weinstein, Zeitschrift f. ges. Brauwesen 1911, S. 308:

Bei destilliertem Wasser fand dieser den Ausflockungspunkt bei 52—54° C, bei Gipswasser bei 54—55° C, bei Karbonatwasser (Münchener Leitungswasser) bei 59—60° C. Im Unterschied zu Auszügen aus hellem Malz war bei dunklem Malz ein Ausflockungspunkt nicht zu bestimmen.

Auch das Darren hat einen deutlichen Einfluß darauf. Malz, das anfänglich der Darre entnommen ist, zeigte noch einen hohen Ausflockungspunkt, der sich dann mit zunehmender Darrzeit, steigender Temperatur und abnehmendem Wassergehalt erniedrigt. Weinstein beobachtete eine Senkung von 66—67° C (anfangs) herab bis auf 54° C, während die letzten Stadien des Darrens mit Steigerung der Darrtemperatur über 68° C eine derartig starke Veränderung bewirkten, daß ein Flockungspunkt, wenigstens was dunkle Malze anbetrifft, nicht mehr zu bestimmen war.

²⁾ Gerste, bzw. Malz enthält etwa 3% Leukosin; das entspricht bei einem Stickstoffgehalt des Malzes von 1,7% i. Tr. etwa 50 mg. Im Malz sind an koagulablem Stickstoff etwa 140 mg enthalten. Es entfallen davon 50 mg auf Leukosin und 90 mg auf den übrigen koagulablen Stickstoff.

Bei einer Maischzeit von 2 Stunden bei 45° C wurden nach Windisch, Kolbach und Schild in einem Fall 163 mg koagulierbarer Stickstoff gefunden. Wird nun — was auch wohl der Fall ist — angenommen, daß der gesamte Gehalt an Leukosin in Lösung gegangen ist, so entfallen auf den übrigen koagulablen Stickstoff 113 mg, das entspricht einer Zunahme von 25%, welche durch den Abbau aus dem Ursprungseiweiß entstanden sind. In Wirklichkeit ist aber weit mehr entstanden. Denn die Zunahme an dauernd

Bei dem für den Maischvorgang im allgemeinen in Frage kommenden Bereich von etwa 6—5,5 ph, selbst auch in denjenigen Fällen, wo das ph durch künstliche Säuerung bis auf 5,2 eingestellt wird, unterliegen die Temperaturoptima keiner irgendwie belangreichen Beeinflussung durch die Ph-Verschiebung. Erst bei weiterer Senkung des ph können Einwirkungen auftreten, die das Temperaturoptimum nach oben verschieben, indes nur von geringer Bedeutung sind. Eine solche geringfügige Verschiebung ließ sich teils für den ges. löslichen, teils für den Formolstickstoff bei einem ph von 4,9—5,0 feststellen.

6. Schonung bzw. Vernichtung der proteolytischen Enzyme

Die Schonung der proteolytischen Enzyme läßt ihren mengenmäßigen Gehalt bestehen, so daß sie mit ihrem vollen Bestand unter den jeweiligen Verhältnissen auf die abbaufähigen Eiweißstoffe einwirken können. Die Schonung ist um so größer, je weiter sich die Temperaturen von der Hitzeschädigung entfernen.

Infusion ist Schonungsverfahren, und dann um so mehr, wenn erheblich unterhalb der Hitzeschädigungstemperaturen ein- gemaischt und lange gehalten wird. Kalt einmaischen und langsam hochfeuern, oder auch bei etwas höherer Temperatur unterhalb des Optimumbeginns einmaischen und abbauen bedeutet stärkste Schonung.

Der Übergang in höhere Grade führt zur Schwächung und schließlich Vernichtung. Schwächung setzt schon in dem oberen Gebiet der Optimalzone ein, wenn die Abbauphase stark verlängert wird. Einmaischen oberhalb von etwa 60° C führt ohne weiteres schon zu einer Schwächung, welcher Art das Maischverfahren auch sei.

Das Maischekochen ist Vernichtung. Das Ausmaß der Vernichtung ist verschieden, und abhängig vom Mengenverhältnis zum Maischgut, der Art des Aufmaischens und der Temperatursteigerung.

löslichem Stickstoff beträgt 60—65 %, welche sich nur über die Koagulatstufe gebildet haben können.

Auch bei höchsten Maischtemperaturen findet noch ein Abbau des koagulablen Stickstoffs in niedriger molekulare Verbindungen statt. Beispielsweise betrug der Gehalt an koagulablem Stickstoff bei einer Abbauphase von 70° C und einer Abbauphase von zwei Stunden 67 mg. Angenommen, das Leukosin wäre nicht weiter abgebaut, aber restlos ausgefällt, dann hätten $67 + 50 = 117$ mg koagulabler Stickstoff vorhanden sein müssen; das sind 23 mg weniger als ursprünglich im Malz vorhanden waren. Da sie als Koagulat nicht in Erscheinung treten, müssen sie weiter abgebaut sein. Der Abbau des Leukosins ist dabei nicht berücksichtigt. Inwieweit das Leukosin dem Abbau unterliegt, ist hierbei weniger von Bedeutung.

Den Abbau von koagulablem Stickstoff bewies u. a. auch schon Weinstein, welcher fand, daß in einer bei zweistündiger Digestion bei Zimmertemperatur gewonnenen Würze durch nochmalige einstündige Digestion bei 30° C 15 %, bei 50° C 20 % und bei 70° C 13 % des koagulablen Eiweiß abgebaut wurden.

Wird bei niedrigen Temperaturen eingemaischt, und die Temperatursteigerung der Stammaische durch Zubrühen von Kochmaischen vorgenommen, so ist viel Kochmaische erforderlich, und es kommt viel von den proteolytischen Enzymen zur Vernichtung.

Wird andererseits bei niedrigem Einmaischen nicht mit Kochmaischen aufgebrüht, sondern vorerst direkt hochgefeuert, oder mit heißem Wasser aufgebrüht, z. B. bis 60 oder 65° C, selbst noch etwas darüber, und dann eine Kochmaische gezogen, und mit dieser abgemaischt, so findet dadurch eine wesentlich geringere Enzymvernichtung statt, weil nur wenig Maische gekocht, und zugebrüht zu werden braucht. So kann bei einem **E i n - M a i s c h v e r f a h r e n** wenig vernichtet werden; viel dagegen, wenn von niedrigen Temperaturen durch Zubrühen der Kochmaische gleich die Abmaischttemperatur erreicht werden soll.

Ähnlich kann es bei dem **Z w e i - M a i s c h v e r f a h r e n** sein. Im allgemeinen wird es sich aber etwas anders gestalten, da verschiedene schon bei hohen Temperaturen (vielfach 50° C) eingemaischt, und darum jeweils nur wenig Maische gekocht, also weniger von den proteolytischen Enzymen vernichtet wird.

Wählt man indes Einmaischttemperaturen, wie sie den Arbeitsmethoden in englischen Brauereien entlehnt sind, und maischt bei 60° C, bzw. höher bei 65° C ein, und kocht dann zwei Maischen, um mit 75—76° C abzumaischen, beschränkt man Eiweißlösung und -abbau weitgehend; und dann am weitgehendsten, wenn man dieses Hochmaisungsverfahren auf kurze Zeit zusammendrängt, wie es bei dem sog. **H o c h k u r z - m a i s c h v e r f a h r e n** geschieht. In diesem Falle werden Würzen gewonnen werden können und auch meist gewonnen, welche als eiweißarm zu bezeichnen sind. Daß das Hochkurzmaisungsverfahren im Eiweißabbau nachsteht, zeigte schon **K r a n d a u e r** an bayrischen Malzen, besonders gegen Infusionsverfahren, wenn mit niedrigen oder mittleren Temperaturen begonnen wird.

Bei den **D r e i - M a i s c h v e r f a h r e n** ist durchweg mit einer erheblichen Vernichtung zu rechnen, da von niedrigen Einmaischttemperaturen ausgegangen werden muß, und im dreimaligen Kochvorgang viel Enzym vernichtet wird.

Bei den **M a i s c h e k o c h v e r f a h r e n** (Dekoktion) vollzieht sich der Abbau teils während der Ruhe der **R e s t m a i s c h e n**, teils beim Aufwärmen der **K o c h m a i s c h e n**, und beim **Z u b r ü h e n** derselben zu den Restmaischen. Das Schwergewicht liegt beim Abbau während der Ruhe bei den Restmaischen. Einmal sind es die für den Abbau günstigsten Temperaturen, und dann ist es auch die Zeitdauer, welche hier am längsten einwirkt. Beim Aufwärmen der Kochmaischen werden die wirksamen Temperaturen schneller durchlaufen, beim Zubrühen der Kochmaischen zu den Restmaischen im großen und ganzen

auch wieder schneller, so weit es sich wenigstens um die für den Eiweißabbau in Frage kommenden Grade handelt.

Bei dem Abbau der Restmaischen des jeweiligen Ruhezustandes wird naturgemäß die Abbauwirkung immer geringer, da jede Kochmaische einen erheblichen Teil der Enzyme zerstört. Ist bei der ersten Restmaische noch der volle Enzymgehalt vorhanden, verringert er sich nach dem Zubrühen der ersten Kochmaische, wenn man ein übliches Drei-Maischverfahren zugrunde legt, auf etwa 60—80%, und nach dem Zubrühen der zweiten Kochmaische auf 40—60%¹⁾.

Während bei dem Zwei-Maischverfahren nun schon die Abmaischtemperatur erreicht wird, tritt beim Drei-Maischverfahren die Restmaische erst in das dritte Ruhestadium ein, in welchem im allgemeinen ein Temperaturgebiet von 60—65° C zu herrschen pflegt, und die proteolytischen Enzyme noch kräftig arbeiten könnten. Sie sind aber schon rund um die Hälfte vernichtet.

Je mehr also die Maischarbeit sich der Abmaischtemperatur nähert, um so mehr ist von den proteolytischen Enzymen durch Kochwirkung vernichtet worden, die Lösung von Eiweiß also gestört.

Auf der anderen Seite vollzieht sich aber beim Anwärmen der Kochmaischen wiederum ein Abbau, der die enzymzerstörende Wirkung des Kochvorgangs mildert, der indes wegen der schnellen Temperatursteigerung keinen vollen Ausgleich schaffen kann.

Das Drei-Maischverfahren wird somit nicht die Möglichkeit bieten, in weitgehendstem Ausmaße, sofern es darauf ankommt, Eiweiß in Lösung zu bringen, als ein Zwei- oder Ein-Maischverfahren, wenn bei diesen

¹⁾ Beispiel: D r e i - M a i s c h v e r f a h r e n .

Einmaischtemperatur 35° C. Nach Zubrühen der ersten Maische 50° C. Nach Zubrühen der zweiten Maische 63° C. Mit der dritten Maische bei 77° C abgemaischt.

Maischquantum 80 hl.

Temperatursteigerung durch die erste Maische um 15° C, durch die zweite Maische um 13° C.

An erste Maische muß gezogen werden, um die Restmaische von 35° C auf 50° C zu erwärmen, $\frac{80 \times 15}{65} = 18,5$ hl; das sind 23%.

Das Quantum für die zweite Maische, um die Restmaische von 50 auf 63° C zu erwärmen, muß $\frac{80 \times 13}{50} = 21$ hl betragen.

Das Quantum für die dritte Maische, durch welche die Restmaische von 63 auf 77° C gebracht werden soll, ist $\frac{80 \times 14}{37} = 30$ hl.

Durch die erste Kochmaische wird danach die Enzymmenge um 100—23 auf 77%; durch die zweite Kochmaische weiterhin um 100—21 auf zusammen 77—21 = 56% vermindert. Dieser theoretischen Rechnung gegenüber ist die Enzymvernichtung in der Praxis eine etwas größere, da in Wirklichkeit die Kochmengen wegen der Verdampfung größer sind, und beim Zubrühen schließlich auch Zerstörungen der Enzyme nicht vermieden werden können.

mit niedrigen Temperaturen begonnen wird, und Kochmaischen erst gezogen werden, nachdem das gesamte Maischgut auf höhere Temperaturen, sei es durch Hochfeuern oder durch Aufbrühen mit heißem Wasser, gebracht worden ist. Immerhin wird man mit dem Drei-Maischverfahren, sofern es nicht zeitlich stark zusammengedrängt, sondern eher etwas gedehnt wird, einen starken Eiweißabbau erreichen können.

Die üblichen Anwendungsarten desselben, bei denen die erste Rast der Restmaische etwa zwischen 25 und 35° C, die zweite Rast in dem Temperaturgebiet von 47—52° C, und die dritte Rast (nach dem Zubrühen der zweiten Kochmaische) bei 60—65° C gehalten wird, die Rastzeiten mindestens $\frac{3}{4}$ Stunde betragen, sichern im großen und ganzen eine normale Lösung des Eiweiß.

Die Zwei- und Ein-Maischverfahren setzen dagegen infolge ihrer vielseitigeren Gestaltungsmöglichkeiten den Braumeister weit mehr in den Stand, den Eiweißabbau nach Bedarf, entsprechend der Beschaffenheit des Malzes und den Anforderungen an das Bier, zu regeln und zielgemäß einzustellen.

Der Unterschied zwischen Infusion und Dekoktion liegt nun aber nicht nur darin, daß bei der Dekoktion eine Vernichtung der Enzyme stattfindet. Es werden vielmehr auch starke Veränderungen des kolloidalen Eiweiß hervorgerufen. Dieses kommt durch das Kochen zum Gerinnen, und wird infolge der Zusammenballung von unendlich vielen kleinen Teilchen zu großen Massen für den Angriff durch die proteolytischen Enzyme schwer, vielleicht sogar kaum zugänglich. Eine Überführung in den löslichen Zustand durch Abbau entfällt mehr oder weniger ganz. Der Würze geht ein gewisser Anteil verloren, welcher sonst durch den proteolytischen Angriff noch in den dauernd löslichen Zustand übergeführt worden wäre.

Diese Entziehung von Eiweiß entfällt beim Infusionsverfahren. Allerdings nicht in vollem Umfang, da auch bei der Infusion, sobald die Temperatursteigerung über Anfang der 50er Grade hinausgeht, auch eine Koagulation beginnt, durch welche die in der Würze, allerdings nur in geringen Mengen vorhandenen Bestandteile von Leukosin zur Ausfällung kommen. Es ist indes fraglich, inwieweit der Fällungsvorgang durchgreift, denn das ph-Optimum für die Koagulation des Leukosins liegt bei etwa 4,6. Die Verhältnisse beim Maischen sind daher mit ihrem ph-Bereich zwischen 6,0 und 5,6 nicht günstig genug, um eine weitgehende Fällung des Leukosins in der Kürze der Zeit hervorzubringen.

Dieser Vorgang spielt sich bei dem Dekoktionsverfahren infolge der Einwirkung von höheren Temperaturen und besonders von Kochtemperaturen schneller und in vollkommenerem Maße ab. Daneben aber wird auch noch das übrige koagulable Eiweiß durch Kochen teilweise ausgefällt. Auf den Anteil an Gesamtmaische, der jeweils bei den verschiedenen Verfahren zum Kochen gebracht wird, und auf die Zeitdauer der

Kochung kommt es an, in welchem Umfange die Ausfällung des koagulablen Eiweiß erfolgt. Im allgemeinen wird sie wieder bei dem Drei-Maischverfahren am größten sein, da hier der größte Teil des Maischgutes der Kochung unterliegt.

Bei allen übrigen Verfahren, bei welchen weniger koagulables Eiweiß durch den Kochvorgang ausgeschieden wird, ist darum auch weniger Eiweiß dem Abbau entzogen, und sie sind daher bei entsprechender Innehaltung von Temperatur und Zeit imstande, größere Mengen von Stickstoff zu lösen und abzubauen, wenn es die Verhältnisse erfordern.

7. Anregungs- bzw. Hemmungsstoffe

Auf den Verlauf des Eiweißabbaus üben mannigfache Stoffe in der Maische Einfluß aus, der sich teils in anregender, teils in hemmender Wirkung äußert.

Anregend wirken allgemein, wie schon von Fernbach und Hubert, Weis u. a. hingewiesen ist, die Anionen. In Betracht kommen vor allem die beim Mälzen entstandenen organischen Säuren und ihre Salze, und die sauren Phosphate, welche in geringem Umfange schon in der Gerste vorhanden, zum größeren Teil aber auch erst wieder beim Mälzungsprozeß gebildet worden sind.

Von gewisser Bedeutung sind dabei auch die Aminosäuren, von denen allerdings nur wenige ausgesprochen saure Natur besitzen, die übrigen amphotere Eigenschaften haben.

Fördernd auf den Abbau wirken durch ihre Anionen auch die Wasser-salze der Sulfate und Chloride.

Durch alle diese Momente entsteht beim Maischen eine Bewegung der aktiven Säure in aufwärts führender Richtung, und mit der Verschiebung des phs nach der sauren Seite erfährt Eiweißlösung und stufenmäßiger Abbau eine Förderung.

Als Hemmungsstoffe treten hervor die hochmolekularen Abbaustufen des Eiweiß, aber auch niedrige Polypeptide und von den niedrigsten Stufen unter gewissen Umständen einige Aminosäuren; vor allem aber die sekundären Phosphate wegen ihrer alkalischen Natur, sowie die Natrium-, Kalk- und Magnesiumsalze in Form ihrer Karbonate.

Überhaupt sind es die Basen, die Kationen, welche dem Abbau nicht förderlich sind.

Sie hemmen durch die Verschiebung der Wasserstoffionenkonzentration nach der alkalischen Seite.

Die Höhe der Wasserstoffionenkonzentration ist es, welche entscheidende Bedeutung für den Abbau in beiderlei Hinsicht hat.

Über die optimalen Bedingungen liegen seit einer langen Reihe von Jahren Arbeiten vor, die indes, wie bei so vielen anderen Vorgängen auf

enzymatischem Gebiet, nicht unerhebliche Unstimmigkeiten untereinander aufweisen. Einmal waren die Auffassungen über die Enzyme selbst uneinheitlich, sodann hat man sich auch uneinheitlicher Methoden für die Eigenschaftsbestimmungen der Enzyme bedient. Als feststehend muß auf Grund der letztjährigen Forschungen angesehen werden, daß eine *Protease*, auch wohl *Proteinase* genannt, vorhanden ist, welche als pflanzliche *Tryptase* anzusprechen ist; daß außerdem noch eine oder mehrere *Peptidasen* bestehen. Ungewiß ist es, ob noch ein drittes Enzym (*Pepsinase*), wie *Vines*, *Wahl*, *Sörensen* vermuteten, vorkommt.

Verwirrend wirkte auch die unterschiedliche Bezeichnung der Enzyme. Das jetzt als *Tryptase* bezeichnete Enzym wurde früher *Peptase* benannt, und das früher als *Peptase* bezeichnete ist heute die *Tryptase*.

Wie weit die Untersuchungsergebnisse einzelner Forscher auseinandergehen, wird z. B. daraus ersichtlich, daß *Lundin*¹⁾ ein *ph* von 3,1—3,4 bei Grünmalz und 3,7—4,3 bei Darmmalz; *Lüers* und *Malsch*²⁾ ein *ph* von 4,9—5,0 für Tryptase im Grünmalz feststellten, daß aber nach *Willstätter*³⁾ das Optimum für die pflanzliche Tryptase bei einem *ph* von 5—6 liegt.

Eine bessere Übereinstimmung liegt allerdings bei der *Peptidase* vor, für welche *Willstätter* ein *ph* von 7,8; *Lüers* und *Malsch* ein solches von 7,5 angeben.

Linderström-Lang und *Sato*⁴⁾ stellten sogar, wie schon beim Darmerepsin nachgewiesen werden konnte, im Grünmalz zwei Peptidasen fest, von denen die eine optimal bei *ph* 7,8; die andere bei *ph* 8,6 wirkt.

Allerjüngste Arbeiten ergeben nun, daß gleich wie das Temperatur-optimum auch das *Ph-Optimum* für den Eiweißabbau in mengen- und stufenmäßiger Hinsicht von einer Reihe bestimmter Faktoren, wie Konzentration, Zeit abhängig ist, und beide Optima in Wechselbeziehung zueinander stehen.

Bei gleichem *ph* nimmt der Abbau mit zunehmender Temperatur bis zu dessen Optimum zu, und fällt gleichzeitig bei der Überschreitung desselben. Andererseits findet eine Abschwächung in dem proteolytischen Angriff statt, wenn das *ph* von der Optimalzone nach der neutralen Seite verschoben, die Abbautemperatur aber nicht verändert wird.

Erfolgt indes mit der *ph*-Verschiebung gleichzeitig eine Temperaturverschiebung, so entfällt die Reziprozität und es kann der Abbau durch

¹⁾ *Lundin*, Biochemische Zeitschrift 1922, 131, S. 193.

²⁾ *Lüers* und *Malsch*, Wochenschrift f. Brauerei 1929, S. 265.

³⁾ *Willstätter*, Zeitschrift f. physiol. Chemie 1926, S. 250.

⁴⁾ *Linderström-Lang* und *Sato*, Zeitschrift f. physiol. Chemie Bd. 184, S. 83, 1929.

Überschneidung der einesteils fördernden und andernteils hemmenden Faktoren einen unter Umständen nicht unerheblich abweichenden Verlauf nehmen.

Optimal ist der Abbau des Eiweiß im Malz, d. h. der Lösung von Eiweiß aus dem unlöslichen Zustand und auch der Aufspaltung in die niedrigeren Stufen bei einem ph , das den Bereich von 4,2 bis etwa 5,3 umfaßt, und dessen Scheitelpunkt bei etwa 4,4 zu suchen ist¹⁾, wo die absolut größten Mengen gelöst, und die größten Mengen Formolstickstoff gebildet werden. In den niederen Temperaturen strebt das ph -Optimum nach der unteren Grenze, in den oberen Temperaturen geht es nach der oberen Grenze des Bereichs, der alkalischen Seite, zu.

Inwieweit eine Mitwirkung der Peptidase in diesem Bereich bzw. bei einem ph von 4,4—4,5 noch in Frage kommt, ist ungewiß. Anzunehmen wäre aber, daß sie nicht erheblich ist, da das Gebiet für dieses optimal bei 7,8 bzw. 8,6 wirksame Enzym schon reichlich sauer ist. Die starke Zunahme an Formolstickstoff kann trotzdem ihre Erklärung finden in der stärkeren Abbaubetätigung der Proteinase, die als äußerste, kleinste Spaltungsprodukte auch solche Peptide erzeugt, die formoltitrierbar sind, gleich wie die Aminosäuren.

Die Neubildung von dauernd löslichem Stickstoff kann unter den optimalen Verhältnissen bei einem ph von etwa 5 120—130%, bei einem ph von etwa 6 ungefähr 80% ausmachen. Auf den Gehalt von dauernd löslichem Stickstoff überhaupt bezogen bedeutet das, daß sich dieser beim Abbau bei ph 5 etwa $\frac{1}{3}$ höher stellen kann, als beim Abbau bei ph 6.

Die Neubildung von Formolstickstoff kann bei ph 5 etwa 100—110%, und bei ph 6 etwa 60% betragen.

Zunahme an Formolstickstoff in Prozenten des im Malz vorgebildeten ²⁾

ph	Temperaturen					
	40° C	45° C	50° C	55° C	60° C	65° C
4,5	77	96	111	113	100	79
5,0	69	89	103	104	95	78
5,5	54	72	82	83	72	61
6,0	39	55	59	62	55	46

Was das Verhältnis zwischen dauernd löslichem und Formolstickstoff anbetrifft, so ist bei niedrigem ph und niedrigen Temperaturen die Bildung von Formolstickstoff geringer als die Zunahme an dauernd lös-

¹⁾ Die größte Wirkung in bezug auf Bildung von Formolstickstoff fand Adler (Zeitschrift f. ges. Brauwesen 1915, S. 129) in dem ph -Bereich von 4,3 bis 5,0.

²⁾ Nach W. Windisch und Kolbach.

lichem. Oberhalb 50° C ist sie annähernd gleich, bzw. dreht sich mehr und mehr um, je mehr das ph nach der sauren Seite (bis z. B. 4,2) verschoben wird, sofern die Temperaturen dieselben bleiben.

Ändert sich diese indes, so ändert sich auch das Verhältnis beider zueinander, und zwar derart, daß mit steigender Temperatur der Anteil an Formolstickstoff fällt, unabhängig davon, wie das ph eingestellt ist.

Bei hohem ph eilt die Bildung von Formolstickstoff im Verhältnis zu der von dauernd löslichem in den niedrigeren Graden voraus, da die weniger saure Reaktion der Peptidase mehr zusagt als der Tryptase (Proteinase). Mit dem Übergang zu höheren Temperaturen wird die empfindlichere Peptidase eher geschwächt, bzw. vernichtet als die Protease.

Zunahme an Formolstickstoff in Prozenten der Zunahme des dauernd löslichen

Temperatur:	ph = 4,9—5,1 ¹⁾	ph = 4,9—5,0 ²⁾	ph = 5,9—6,0 ¹⁾	ph = 5,9—6,1 ²⁾
40° C . .	30	—	33	—
45° C . .	31	—	39	—
50° C . .	32—33	31	31—34	30
60° C . .	27—30	22	24—26	22
65° C . .	25—27	21	23—26	18

Im Hinblick auf die praktische Durchführung des Eiweißabbaus ist es noch von Bedeutung, die Wirkung der Ausdehnung der Maischzeit an der durch günstigere Säuerung hervorgebrachten Lösung und Aufspaltung zu messen. Aus dem, den Arbeiten von Kolbach und Buse entnommenen tabellarischen Zahlenmaterial ergibt sich, daß der Gehalt an dauernd löslichem Stickstoff bei längerem Maischen z. B. 50° C und ungünstigerem ph nicht unerheblich gegenüber dem kürzeren Maischen bei günstigerer Säuerung zurückbleiben kann. Dasselbe gilt z. B. auch für Kohlestickstoff, wenn man bei gleichem Maischverfahren bleibt. Es könnte danach also die Maischzeit bei Einstellung auf ein niedrigeres ph nicht unerheblich verkürzt, und trotzdem in weitgehendem Maße Eiweiß zur Lösung gebracht werden.

Inwieweit in der Praxis die Abbauverhältnisse sich gleich oder ähnlich gestalten, ist ungewiß. So wird es ganz unübersichtlich, ob und inwieweit das Säuerungsverfahren der Nichtsäuerung mit starker Betonung des Eiweißabbaus gegenüber sich günstiger oder ungünstiger stellt.

Die Verhältnisse in der Praxis verlieren dadurch an Durchsichtigkeit, daß eine gleichbleibende ständige Temperatureinstellung des ganzen Maischgutes, wie im kleinen Versuch, nicht möglich ist. Der Maischprozeß in der Praxis durchläuft eine lange Temperaturskala, und wird durch

¹⁾ Nach Kolbach.

²⁾ Nach Kelly.

längere oder kürzere Ruhepausen unterbrochen, denen teils das ganze Maischgut, teils nur Anteile desselben ausgesetzt sind.

c) Eiweißabbau beim Kongreßverfahren¹⁾

100 g Malz enthalten 0,46 bis 0,63 g löslichen Stickstoff (2,9—3,9 g lösliches Eiweiß).

1. Von 100 g Stickstoff im Malz sind

27—38 g löslich (bei 0 Grad),

18—24 g dauernd löslich,

7—11 g Formol-titrierbar²⁾.

7—11 g koagulierbar.

Das Verhältnis von löslichem Stickstoff zu dauernd löslichem stellt sich auf 100 : 64—74. (bei Gerste 100 : 55—66).

Das Verhältnis von löslichem Stickstoff zu Formolstickstoff wie 100 : 24—32.

Das Verhältnis von löslichem Stickstoff zu koagulierbarem Stickstoff wie 100 : 24—36.

Das Verhältnis von dauernd löslichem Stickstoff zu Formolstickstoff wie 100 : 29—43.

2. Durch Maischen nach dem Kongreßverfahren werden einschließ-
lich des im Malz schon vorhandenen löslichen Stickstoffs gelöst:

34—46 g gesamtlöslich,

31—40 g dauernd löslich,

9—14 g Formolstickstoff,

4—9 g koagulierbar.

Das Verhältnis von gesamtlöslichem Stickstoff zu dauernd löslichem stellt sich auf 100 : 86—91.

Das Verhältnis von gesamtlöslichem Stickstoff zu Formolstickstoff wie 100 : 25—38.

Das Verhältnis von dauernd löslichem zu Formolstickstoff wie 100 : 27—40.

Das Verhältnis von ges. löslichem Stickstoff zu koagulierbarem wie 100 : 9—16.

3. Durch Maischen werden mehr gelöst 6—12 g auf den Gesamtstickstoff bezogen

¹⁾ Eigene Arbeiten, gemeinsam mit J. Ambrosius und E. Schwieger, teils unveröffentlicht, teils veröffentlicht, u. a.: Wochenschrift f. Brauerei 1932, S. 305.

Außerdem W. Windisch, Kolbach und Banholzer, Wochenschrift f. Brauerei 1928, S. 209 und 1929, S. 223.

Sodann Ancker, Wochenschrift f. Brauerei 1933, S. 264.

²⁾ Langkammerer und Leberle (Zeitschrift f. ges. Brauwesen 1919, S. 251) fanden sogar Extreme, die nach oben bis 17,7 gingen, allerdings bei dunklen Wurzeln.

entsprechend 9—16% des ungelösten Malzstickstoffs,
 oder 6—11% auf den Gesamtstickstoff der Gerste bezogen,
 oder 7—13% des unlöslichen Stickstoffs der Gerste.

Der Zuwachs an löslichem Stickstoff gegenüber dem im Malz vorhandenen löslichen stellt sich auf 19—40%, was mit Schjernings¹⁾ Untersuchungen ziemlich übereinstimmt, welcher bei schwach gelösten Malzen 16—22%, bei weit gelösten bis 36% Zuwachs fand. Der Zuwachs entfiel auf Peptone und Aminosäuren, wogegen der Albuminstickstoff eine Abnahme erfuhr.

Die Lösung von Stickstoff (Eiweiß) im Maischvorgang erreicht somit nicht das Ausmaß, wie es bei der Überführung von Gerste in Malz der Fall ist, da beim Mälzen 29—30% des unlöslichen Stickstoffs der Gerste in Lösung gehen²⁾.

d) Eiweißabbau beim Maischen in der Praxis

Aus 100 g Malz gehen in die Vorderwürze 0,58—0,95 g Stickstoff über (3,6—6,0 g Eiweiß).

Auf 100 g Extrakt bezogen entfallen 0,73—1,20 g Stickstoff, gegenüber 0,73—1,0 g beim Kongreßverfahren.

¹⁾ Schjerning, Wochenschrift f. Brauerei 1906, S. 574 ff.

²⁾ Beispiel:

100 Teile Gerstentrockensubstanz enthalten 1,86 g Stickstoff = 11,0 g Eiweiß.

Davon sind gelöst 15% = 1,65 g.

Beim Mälzen wandern in Blatt- und Wurzelkeime 2,61 g.

100 Teile Malztrockensubstanz enthalten 10,8 g Eiweiß.

Davon sind löslich 30% = 3,24 g.

In 89 Teilen Malztrockensubstanz, entsprechend 100 Teilen Gerstentrockensubstanz sind somit $\frac{89 \times 3,24}{100} = 2,88$ g löslicher Stickstoff.

Im Blattkeim sind löslich 1,32 g.

Im Endosperm sind vorhanden 1,56 g löslich.

Beim Mälzen somit insgesamt mobilisiert $2,61 + 1,56 = 4,17$ g.

Gelöst vorhanden sind 1,65 g, also sind $4,17 - 1,65 = 2,52$ g in Lösung gebracht,

entsprechend 22,7% des Gesamtstickstoffs

oder 27% des unlöslichen Stickstoffs der Gerste $\left(\frac{100 \times 2,52}{11,0 - 1,65} \right)$.

Aus 100 Teilen Stickstoff (Malz) werden beim Maischen neu gelöst 8 g.

Aus 89 Teilen Stickstoff $\frac{89 \times 8}{100} = 7,12$ g.

89 Teile Stickstoff (Malz) entsprechen 100 Teilen Stickstoff (Gerste).

100 Teile Stickstoff (Gerste) = 15 Teile löslich und 85 Teile unlöslich.

Von 100 Teilen unlöslichem Stickstoff (Gerste) werden somit $\frac{100 \times 7,12}{85} = 8,4$ g (%) durch den Maischvorgang in Lösung gebracht.

Auf 100 g 12 %ige Vorderwürze berechnet sind es 0,087—0,140 g.

Aus 100 g Stickstoff (Malz) werden einschließlich des schon vorgebildeten löslichen Stickstoff 35—53% beim Maischen in Lösung gebracht.

Das Verhältnis von löslichem Stickstoff zu Formolstickstoff schwankt zwischen 100 : 27 und 100 : 36.

Gegenüber dem in einem einheitlichen Aufbau festgelegten Kongreßverfahren ist die Handhabung des Maischens in der Praxis, vielleicht abgesehen von einzelnen Fällen bei der Herstellung obergäriger einfacher Biere, nicht nur eine völlig andere, sondern auch eine außerordentlich mannigfache.

a) Lösung von Stickstoff und Bildung von gesamt- und dauernd löslichem Stickstoff

Die Lösung von Eiweiß kann und wird sich deshalb unter den verschiedensten Bedingungen vollziehen; je nach der Einstellung des Maischverfahrens, der chemischen Zusammensetzung des Brauwassers, der Beschaffenheit des Malzes und je nach Anwendung oder Nichtanwendung von Wasseraufbereitungsverfahren und künstlicher Säuerung.

Einschließlich des im Malz vorgebildeten löslichen Stickstoffs finden sich 32—49% des Gesamtstickstoffs in der Vorderwürze in Lösung wieder.

Da durch das Maischekochen etwa 2—5% koagulabel ausgeschieden werden, so ist in Wirklichkeit die in Lösung gegangene Menge entsprechend höher (35—53)¹⁾.

Extreme entstehen, wenn einerseits eiweißarme, schlecht gelöste Malze ohne besondere Betonung des Eiweißabbaus (Eiweißrast), andererseits eiweißreiche, weit gelöste Malze unter Betonung des Abbaus vermaischt werden. In ersterem Falle werden Würzen mit niedrigem, in letzterem Falle Würzen mit hohem Stickstoffgehalt gewonnen. Die Verhältnisse für die Lösung von Eiweiß lassen sich jeweils günstiger gestalten, wenn entsprechend günstige Faktoren eingeschaltet werden.

Bei der Lösung ist es nicht nur von größter Bedeutung, inwieweit der Eiweißabbau durch Innehaltung günstiger Temperaturen betont wird, sondern auch in welchem Maße die proteolytischen Enzyme geschont und erhalten werden.

Die stärkste Lösung von Eiweiß habe ich bei Anwendung des Einmaischverfahrens gefunden, wenn derart verfahren wird, daß bei etwa Bluttemperatur eingemaischt, längere Zeit, 20—30 Minuten gehalten, in etwa 20 Minuten auf etwa 50°C aufgewärmt, hier etwa 40 Minuten gehalten, dann in 20 Minuten auf 68°C aufgewärmt, nun eine Maische gezogen und mit dieser nach 20 Minuten Kochzeit abgemaischt

¹⁾ Von 100 Teilen Stickstoff (Gerste) sind es etwa 30—45 Teile, welche in löslicher Form in der Vorderwürze gefunden werden.

wird. Bis zu und bei den Optimaltemperaturen der Eiweißlösung sind hier die gesamten proteolytischen Enzyme wirksam.

Im Vergleich zum Abbau bei dem von mir gewählten *Zwei-Maischverfahren*, das auch auf möglichste Schonung der Enzyme eingestellt war, und für welches auch die den Abbau am meisten fördernden Temperaturen entsprechend lange eingehalten wurden, stellte sich der Stickstoffgehalt der Würze bei dem *Ein-Maischverfahren* um 6—18%, und der Gehalt an Formolstickstoff um 6—22% höher.

Ähnlich dem *Zwei-Maischverfahren* kann der Abbau bei dem *Drei-Maischverfahren* mengen- sowohl wie stufenmäßig angepaßt werden. So haben wir mehrere Vergleichssude zwischen *Zwei-* und *Drei-Maischverfahren* angestellt, welche sogar für das *Drei-Maischverfahren* einen etwas geringeren Stickstoffgehalt ergaben, als für das *Zwei-Maischverfahren*; für beide Verfahren aber das gleiche Verhältnis zwischen löslichem und Formolstickstoff. Als *Drei-Maischverfahren* wurde das vielfach in der Praxis übliche Verfahren gewählt, bei welchem bei etwa 35° C eingemaischt, mit der ersten Maische auf 50° C, mit der zweiten auf 65° C, und mit der dritten abgemaischt wurde, und dessen Dauer 4¼ Stunde bis zum Abmaischen betrug.

Das *Zwei-Maischverfahren* war das in der Hochschul-Brauerei seit Jahren regelmäßig angewandte. Dabei wird bei 35° C eingemaischt, langsam auf 52° C angewärmt, hier 25 Minuten gehalten, sodann die erste Maische gezogen, diese 10 Minuten gekocht, auf 70° C langsam aufgemaischt, hier 30 Minuten gehalten, nunmehr zweite Maische gezogen und mit dieser abgemaischt. Die Maischzeit beträgt 3 Stunden.

Bei Anwendung des *Hochkurzmaischverfahrens* mit zwei Kochmaischen wird beim Einmaischen schon das Zentrum des Optimalgebiets überschritten, die Lösung von Eiweiß zwar von der Gesamtmasse der proteolytischen Enzyme in Angriff genommen, aber bald verlangsamt infolge der schon einsetzenden Hitzeschädigung. Die Kochung tritt als weiterer Vernichtungsfaktor hinzu. So kommt es, daß bei diesem Verfahren Würzen mit nur niedrigem Stickstoffgehalt entstehen.

Da die *Ein-* und *Zwei-Maischverfahren* beweglicher gestaltet werden können als die *Drei-Maischverfahren*, so bieten sie viel mehr die Möglichkeit, die Lösung von Eiweiß weitgehendst zu variieren. In dem *Drei-Maischverfahren*, wie es allgemein durchgeführt wird, hat man indes im großen und ganzen die Gewißheit, daß sich die Lösung von Eiweiß in normaler Weise vollzieht, und Würzen erzeugt werden, deren Eiweißgehalt sich auf mittlerer Höhe hält.

β) Formolstickstoff

Geht man auf die Beschaffenheit der Malze selbst zurück, so ist bekannt, daß schlecht gelöste Malze allgemein einen nie-

drigen Gehalt an löslichem Stickstoff, ohne weiteres aber nicht einen niedrigen Gehalt an Formolstickstoff aufweisen; gut gelöste Malze dagegen sowohl einen hohen Gehalt an löslichem wie an Formolstickstoff besitzen. Es ist aber keine feste Regel, daß das Verhältnis von löslichem zu Formolstickstoff bei schlechter Lösung niedrig, bei guter Lösung hoch ist zugunsten des Formolstickstoffs.

Das Verhältnis von ges. löslichem und dauernd löslichem Stickstoff zu Formolstickstoff verschiebt sich beim Maischen nach dem Kongreßverfahren im allgemeinen nur unwesentlich.

Bei den Maischverfahren in der Praxis werden diese Beziehungen aber weit vielgestaltiger. Mit der Lösung von Eiweiß läuft die weitere Aufspaltung ohne weiteres nicht parallel. Nicht nur wirkt Brauwasser mit seinen fördernden oder hemmenden Faktoren unterschiedlich ein, sondern vor allem das Maischverfahren in seiner außerordentlichen Vielgestaltigkeit. Aber selbst bei Verwendung des gleichen Wassers werden

		In 100 g 12 proz. Würze (Vorderwürze)		
		Ges. löslicher Stickstoff	Formolstickstoff	Verhältnis von löslichem zu Formolstickstoff
		g	g	g
Malz a)	Schwachbetonter Abbau	0,099	0,030	100 : 30
	Starkbetonter Abbau	0,118	0,037	100 : 31
	Starkbetonter Abbau ist höher um . . .	19%	23%	—
Malz b)	Schwachbetonter Abbau	0,087	0,031	100 : 36
	Starkbetonter Abbau	0,104	0,033	100 : 32
	Starkbetonter Abbau ist höher um . . .	20%	6%	—
Malz c)	Schwachbetonter Abbau	0,099	0,030	100 : 30
	Starkbetonter Abbau	0,111	0,038	100 : 34
	Starkbetonter Abbau ist höher um . . .	12%	27%	—
Malz d)	Schwachbetonter Abbau	0,101	0,033	100 : 33
	Starkbetonter Abbau	0,107	0,036	100 : 34
	Starkbetonter Abbau ist höher um . . .	6%	9%	—
Malz e)	Schwachbetonter Abbau	0,118	0,043	100 : 36
	Starkbetonter Abbau	0,124	0,045	100 : 36
	Starkbetonter Abbau ist höher um . . .	5%	5%	—

sich erhebliche Unterschiede ergeben trotz Verarbeitung desselben Malzes, je nach dem das Maischverfahren gehandhabt wird.

Starke Betonung des Abbaus (Eiweißbrast) führt zwar stets zur stärkeren Lösung und stärkerem Abbau, hat aber nicht ohne weiteres zur Folge, daß auch das Verhältnis von löslichem Stickstoff zu Formolstickstoff sich wieder in gleichem Sinne einstellt.

So fanden wir bei einem schlecht gelösten Malze (Malz a nebenstehender Tabelle) bei starker Betonung des Abbaus eine annähernd gleiche, sehr starke Zunahme an löslichem und an Formolstickstoff, und auch dasselbe Verhältnis bei diesem Verfahren wie bei dem mit schwach betontem Abbau. In zwei anderen Fällen bei gut gelösten Malzen fanden wir auch wieder eine gleiche, aber nur geringe Zunahme von löslichem und Formolstickstoff, und auch wieder das gleiche Verhältnis zwischen beiden Verfahren. Dennoch war das Verhältnis bei den Malzen zueinander sehr unterschiedlich. Bei dem schlecht gelösten stellte es sich auf 100 : 30 bzw. 100 : 31, und bei den gut gelösten (Malz d und e) auf 100 : 33 bzw. 34 und 100 : 36/36.

In anderen Fällen dagegen ergab sich teils ein günstigeres, teils ein ungünstigeres Verhältnis zwischen starker und schwacher Betonung. So ergab ein Malz von mäßiger Lösung bei stark betontem Abbau eine sehr große Zunahme an löslichem Stickstoff, aber nur eine geringe Zunahme an Formolstickstoff; noch ein anderes eine mäßige Zunahme an löslichem, dagegen eine sehr starke an Formolstickstoff.

Ein wesentlicher Unterschied tritt indes allgemein hin hervor, wenn man die relative wie absolute Steigerung des Stickstoffgehaltes von schlecht und gut gelösten Malzen vergleicht. Läßt sich bei den schlecht gelösten Malzen, mögen sie aus eiweißarmen oder eiweißreichen Gersten hergestellt sein, ausnahmslos beim Übergang zu einem Maischverfahren mit starker Betonung des Eiweißabbaus eine starke Zunahme des löslichen Stickstoffs erreichen, weil noch erhebliche Bestandteile aufschließbar sind, so wird die Zunahme bei gut gelösten oder gar sehr gut gelösten auf ein mäßiges oder geringes Ausmaß beschränkt bleiben, da infolge der guten Lösung einfache Maischverfahren ohne erhebliche Betonung des Eiweißabbaus schon imstande sind, die Lösung des überhaupt noch lösungsfähigen Eiweiß weitgehend durchzuführen. Dennoch bringt die Anwendung von starker Betonung des Eiweißabbaus immer noch einen Zuwachs von Stickstoff, der nicht unbeachtlich ist.

Eigene Vergleichsversuche in der Hochschulbrauerei, die sich auf mehrere Jahre erstrecken, und mit verschiedensten Malzen durchgeführt worden sind, ergaben dabei, daß der Stickstoffgehalt bei schlecht gelösten Malzen, wenn der Eiweißabbau stark betont wird, bis um 20—22%, der Formolstickstoffgehalt bis um 25% gegenüber einer mäßigen Betonung, dasselbe Malz vorausgesetzt, ansteigen kann, während bei gut gelösten Malzen eventuell nur eine Steigerung von 4—5% eintritt.

γ) Koagulierbarer Stickstoff

Unterschiedlich ist auch die Bildung von koagulierbarem Stickstoff beim Maischvorgang. Nicht nur ist es die unterschiedliche Beschaffenheit vom Malz, die Verschiedenheit in der chemischen Zusammensetzung des Wassers, die geringere oder stärkere Betonung des Abbaus durch entsprechende Temperaturen, die Zeitdauer des Maischvorganges, das ph des Maischgutes u. a. mehr, sondern auch der Anteil der Maische, der bei den verschiedenen Verfahren gekocht wird und die Kochdauer der Maischen, welche darauf Einfluß haben. Beim Drei-Maischverfahren würde der Anteil am höchsten sein, namentlich dann, wenn kalt eingemaischt wird — wenn nicht hinterher durch das Maischekochen, falls die Kochzeiten nicht zu kurz bemessen werden, ein immerhin nicht unbeträchtlicher Teil wieder ausgeschieden würde. Am wenigsten Maische ist in den Fällen zu kochen, in welchen am höchsten eingemaischt wird, bzw. Maischen erst dann gezogen werden, wenn zwar niedrig eingemaischt, aber durch direktes Hochfeuern die Maische auf hohe Temperaturen angewärmt ist. Das kann nun sowohl beim Zwei-Maisch-, wie beim Ein-Maischverfahren der Fall sein, bei denen von der Maische unter Umständen nur etwa 25—35—40%, beim Hochkurzmaisverfahren 35—45% gekocht zu werden brauchen, während beim Drei-Maischverfahren bis zu 80% zum Köchen kommen.

So fanden wir, daß höchste Zahlen für den koagulablen Stickstoff (11—14% des löslichen Stickstoffs) bei den Ein-Maischverfahren gefunden wurden, wenn sehr gut gelöste Malze verarbeitet wurden, aber auch bei Malzen mit mäßiger Lösung, wenn zugleich auf starken Eiweißabbau hingearbeitet wird. Im übrigen bewegte sich der Gehalt an koagulablem Eiweiß in den Vorderwürzen zwischen 5 und 9%.

δ) Kolloidaler Stickstoff — ausschließlich des koagulablen —

Bezüglich des kolloidalen Stickstoffs — ausschließlich des koagulablen — lassen sich aus dem Verhalten desselben bei bestimmten Maischtemperaturen und bestimmter ph-Höhe ebenfalls bestimmte Rückschlüsse beim Maischen ziehen.

Mit steigender Temperatur nimmt auch der Kohle-, sowie Magnesiumsulfat- und Tanninstickstoff zu, und es werden die Würzen nicht nur absolut, sondern auch im Verhältnis zum dauernd löslichen Stickstoff reicher daran. Eine Zunahme findet sowohl statt bei Verlängerung der Maischzeit, wie bei der Einstellung der Maische auf möglichst günstiges ph.

Unter allen Verhältnissen wächst mit zunehmender Lösung von Stickstoff der Gehalt an kolloidalem Stickstoff. Werden die Würzen stickstoffreicher, so erhöht sich auch der Gehalt an Kohle-, Magnesiumsulfat- und Tanninstickstoff. Bei welchen Malzen auch auf einen intensiven Abbau

hingearbeitet wird, stets wird mit dem Ansteigen des dauernd löslichen Stickstoffs auch ein Steigen der kolloidalen Anteile verbunden sein. Das gilt in erster Linie wohl für schlecht gelöste Malze. Es trifft aber auch für gute Malze zu.

Damit verliert die lange Zeit verbreitete, namentlich von W. W i n d i s c h vertretene Auffassung, ihre Berechtigung, daß gut gelöste Malze auf starken Stickstoffabbau, bzw. hohe Stickstofflösung nicht hin vermaischt werden dürfen, weil der Abbau unter den günstigen Bedingungen zu einer Verringerung der kolloidalen, und einer zu weit gehenden Anreicherung an niedrig molekularen Stickstoffkörpern führe.

Die jüngsten Untersuchungen von K o l b a c h und B u s e , aber auch unsere eigenen, jahrelang schon gemachten Feststellungen in der Hochschulbrauerei rechtfertigen diese Auffassung nicht, sie lassen vielmehr erkennen, daß selbst gut gelöste Malze auf starke Betonung des Stickstoffabbaus hin verarbeitet werden können. Eine Reihe von Vergleichssuden ergab stets bei Verarbeitung gut gelöster Malze eine sehr gute Schaumhaltigkeit der Biere, verschiedentlich sogar eine bessere.

Über die Zunahme des dauernd löslichen Stickstoffs und des Formolstickstoffs im Vergleich zum Kohlestickstoff, Magnesiumsulfatstickstoff und Tanninstickstoff mit steigender Temperatur gibt Tabelle 1 Aufschluß.

Tabelle 1

Zunahme in Prozenten gegenüber den im Malz vorgebildeten Bestandteilen nach zweistündiger Malschzeit ¹⁾

Temperatur	dauernd löslicher Stickstoff	Formolstickstoff	Kohlestickstoff	Magnesiumsulfatstickstoff	Tanninstickstoff	Koagulierbarer Stickstoff
40° C . . .	54%	50%	55%	30%	20%	8%
50° C . . .	75%	66%	80%	40%	53%	— 9,5% Abn.
60° C . . .	85%	54%	96%	77%	70%	— 42% Abn.
70° C . . .	60%	36%	80%	88%	67%	— 60% Abn.

Es werden die größten Mengen von

dauernd löslichem Stickstoff . . bei 50—60° C

Formolstickstoff „ 45—55° C

Kohlestickstoff „ 50—70° C

Magnesiumsulfatstickstoff . . . „ 60—70° C

Tanninstickstoff „ 60—70° C

gebildet.

¹⁾ K o l b a c h und R. B u s e , Wochenschrift f. Brauerei 1933, S. 265. Die Bestimmung erfolgte in gekochten Würzen, welche vom koagulierbaren Eiweiß befreit worden waren.

Während der Formolstickstoff teils schon von etwa 50° C an abnimmt, nehmen die kolloidalen Stickstoffkörper weiterhin zu. Der Kohlestickstoff erreicht um etwa 60° C, der Magnesiumsulfatstickstoff, und wahrscheinlich auch der Tanninstickstoff um etwa 70° C sein Maximum. Damit tritt bei höheren Temperaturen der kolloidale Stickstoff im Gehalt an dauernd löslichem Stickstoff mehr und mehr hervor, und es werden die Würzen, relativ sowohl wie absolut, reicher an kolloidalem Stickstoff.

Es bilden sich also, da in dem Magnesiumsulfat- und Tanninstickstoff die höchsten nichtkoagulablen Abbaustufen von Eiweiß erfaßt werden, bei den höchsten Maischtemperaturen die größten Mengen der höchstmolekularen Stickstoffkörper; bei den nächstniedrigen Temperaturen (60—65° C) die größten Mengen nicht nur der höchstmolekularen, sondern auch der von mittlerer Molekulargröße, welche gemeinsam durch den Kohlestickstoff dargestellt werden. Bei noch niedrigeren Temperaturen entstehen die größten Mengen an Formolstickstoff.

Mit der Zunahme der Maischzeit nimmt gleich dem Formolstickstoff, auch der Kohlestickstoff, der Magnesiumsulfatstickstoff und der Tanninstickstoff zu. Der koagulierbare Stickstoff aber nur in den niederen Temperaturen bis zu etwa 45° C, während mit Überschreitung dieser Temperatur eine Abnahme eintritt.

Tabelle 1a

Zunahme in Prozenten nach Maischzeit von 4 Stunden gegenüber der Maischzeit von $\frac{1}{2}$ Stunde

Temperatur	Formolstickstoff	Kohlestickstoff	Magnesiumsulfatstickstoff	Tanninstickstoff	Koagulierbarer Stickstoff
40° C . .	43 %	26 %	11 %	14 %	12 %
50° C . .	50 %	20 %	12 %	32 %	—16 % Abn.
60° C . .	22 %	17 %	15 %	25 %	—22 % „
70° C . .	5 %	10 %	10 %	6 %	—10 % „

Im Unterschied zur absoluten Zunahme des kolloidalen Stickstoffs (mit Ausnahme des koagulablen) im Laufe der Maischzeit wird das Verhältnis von kolloidalem Stickstoff zum dauernd löslichen Stickstoff indes für ersteren ungünstiger, oder mit anderen Worten, es verringert sich der Anteil an kolloidalem Stickstoff mit zunehmender Maischzeit.

Von erheblichem Einfluß ist auch die Wasserstoffionenkonzentration. Nicht nur erhöht sich mit der Verschiebung des pH nach der sauren Seite der Gehalt an dauernd löslichem und Formolstickstoff, sondern auch der an Kohle-, Magnesiumsulfat- und Tanninstickstoff. Am weitgehendsten ist die Erhöhung bei dem dauernd löslichen, Formol- und Kohlestickstoff (Tabelle 1 b).

Diese Unterschiede kommen auch in dem Verhältnis zum dauernd löslichen Stickstoff zum Ausdruck. Zwischen letzterem und dem Kohlestickstoff bleibt das Verhältnis trotz abnehmenden pH's fast unverändert (Tabelle 1 c). Das Verhältnis zum Magnesiumsulfat- und Tanninstickstoff verschiebt sich indes mit der Verschiebung nach der sauren Seite etwas zu deren Ungunsten.

Tabelle 1b

Zunahme in Prozenten gegenüber den im Malz vorgebildeten gleichen Bestandteilen bei pH 6,0 und pH 5,0

Malschdauer 1 Stunde

Temperatur	dauernd löslicher Stickstoff		Formolstickstoff		Kohlestickstoff		Magnesiumsulfatstickstoff		Tanninstickstoff	
	pH 6	pH 5	pH 6	pH 5	pH 6	pH 5	pH 6	pH 5	pH 6	pH 5
40° C. .	49	81	44	64	47	86	19	35	20	37
50° C. .	62	108	47	83	72	117	34	60	38	60
60° C. .	70	113	43	79	81	126	70	94	60	90

Gegenüber den im Malz vorgebildeten entsprechenden Stickstoffkörpern hält die Zunahme an Kohlestickstoff mit der Zunahme an dauernd löslichem Stickstoff etwa gleichen Schritt (Tabelle 1 b). Die Zunahme an Magnesiumsulfat- und Tanninstickstoff, welche ebenfalls sehr erheblich sein kann (90 bez. 94% bei pH 5) bleibt aber doch gegenüber der des dauernd löslichen und Kohlestickstoffs zurück.

Was dann das Verhältnis zwischen Formolstickstoff : Kohlestickstoff anbetrifft, entstehen unter allen Umständen Würzen, welche mehr Kohlestickstoff als Formolstickstoff enthalten (Tabelle 1 c). Stets überwiegen die kolloidalen Stickstoffkörper größer und mittlerer Größe zusammen, welche gemessen am dauernd löslichen Stickstoff, nach den bisher, allerdings erst bei

Tabelle 1 c¹⁾

Stickstoffgehalt: mg in 100 g Malztrockensubstanz
Malschzeit 1 Stunde

Temperatur	dauernd löslicher Stickstoff		Formolstickstoff		Kohlestickstoff		Magnesiumsulfatstickstoff		Tanninstickstoff	
	pH 6	pH 5	pH 6	pH 5	pH 6	pH 5	pH 6	pH 5	pH 6	pH 5
40° C. .	478	620	183	216	250	331	83	89	89	96
50° C. .	530	712	187	242	293	386	94	106	102	113
60° C. .	547	728	182	235	308	402	119	129	118	132

¹⁾ Literatur 1 a—1 c wie Seite 73.

wenigen Malzen vorgenommenen Untersuchungen, 52—55% desselben ausmachen, wie auch die Maischtemperaturen sind.

Der Gehalt an Magnesiumsulfat- und Tanninstickstoff, der sich bei beiden fast allgemein auf gleicher Höhe hält (Tabelle 1), tritt sowohl gegen den dauernd löslichen, wie gegen den Kohle- und Formolstickstoff stark zurück. Er stellt sich nur auf 16—20% des dauernd löslichen Stickstoffs.

Alle Werte, die auch in den Tabellen 1—1 c zusammengestellt sind, relativ wie absolut, gelten für vom koagulierbaren Stickstoff durch 4 bzw. 5 stündiges Kochen im Kochsalzwasserbad befreite Würzen.

e) Eiweißabbau und Ausbeute

An der Ausbeute des Malzes ist der Stickstoff an sich nur in geringem Maße beteiligt, wenn man ihn zur Ausbeute aus der Stärke in Vergleich stellt. Immerhin kommt ihm doch eine beachtliche Rolle zu, da man durchweg großen Wert darauf legt, den theoretisch möglichen Ausbeuten praktisch möglichst nahe zu kommen, bzw. sie völlig zu erreichen, und daher schon kleine Schwankungen Beachtung, ja vielfach ernste Beachtung finden. Die Regelung des Eiweißabbaus kann dabei nicht unbedeutenden Einfluß haben.

100 g Malz geben 3,6—6,0 g Eiweiß an die ungekochte Vorderwürze ab. Durch Kochen werden, bei ausgiebigster Kochung (vier Stunden, eventuell durch Druckkochung), bis 14% des Eiweiß ausgefällt werden können. Da diese Ausgiebigkeit in der Praxis wegen der kürzeren Kochzeit aber nicht zu erreichen ist, bleibt die wirkliche Ausscheidungsmenge etwas zurück. Es sei deshalb mit einer maximalen Menge von 12%, und einer Durchschnittsmenge von 9% gerechnet, einschließlich des beim Maischekochen entstehenden Koagulats. In die gekochte Würze würden sonach 3,6—6,0 g abzüglich des Koagulats von 0,32—0,54 d. h. 3,27 bis 5,46 g Eiweiß übergehen. Mit diesem Betrag nimmt das Eiweiß an der Extraktausbeute des Malzes teil.

Je nach der Regelung des Eiweißabbaus wird dieser Anteil kleiner oder größer. Wird z. B. der Abbau stark betont durch Innehaltung der günstigsten Temperaturen bei angemessener Zeitdauer (langer Eiweißrast), oder durch Anwendung künstlicher Säuerung, so kann unter Umständen erreicht werden, daß sich die Ausbeute durch den stärkeren Eiweißabbau bis um 0,7—0,8% erhöht gegenüber den Fällen, in welchen ohne besondere Betonung des Abbaus gearbeitet wird.

f) Eiweißstoffe und Schaumhaltigkeit

Die Eiweißstoffe sind stärkste Träger der Schaumhaltigkeit; doch nicht die alleinigen.

Bekannt ist, daß Biere, die zur und nach der Kriegszeit gebraut wurden, und die nur 6 oder 4 oder sogar nur 2% Stammwürze aufwiesen, nicht schaumlos waren, sondern im Gegenteil vielfach, selbst im strengen Sinne recht guten haltbaren Schaum besaßen. Die absolute Menge der Eiweißstoffe konnte also nicht die Voraussetzung der Schaumerzeugung und -beständigkeit sein.

Eiweißstoffe besitzen nun aber das Vermögen, Schaum mengen- und artmäßig im günstigen und ungünstigen Sinne zu bestimmen. Am günstigsten durch die höchsten Abbaustufen, die man allermeist als Albumosen und Peptone zu bezeichnen pflegt. Würzen, welche einen hohen Anteil an diesen hochkolloiden Stickstoffkörpern enthalten, lassen es ziemlich sicher erscheinen, daß sie Bier von hohem und beständigem Schaum liefern, sofern die anderen für die Schaumbildung wertvollen Faktoren in angemessenem Maße vorhanden sind.

Schon in der Mälzerei sind die ersten und wichtigsten Grundlagen zu legen, um die Bedingungen für eine gute Schaumbildung zu schaffen. Enzymbildung, sowie Lösung und Abbau von Eiweiß müssen in geeigneter Menge und Form erfolgen. Weichgrad und Temperaturführung sind so einzustellen, daß ein gleichmäßiges, ruhiges Wachstum gesichert ist. Zwischen den Abbaustufen untereinander und den Enzymen müssen sich bestimmte Gleichgewichtszustände herausbilden, über deren Kenntnis im einzelnen aber noch keine genauen Feststellungen vorliegen.

Unter solchen Verhältnissen erhaltene gute Lösung ohne zu weitgehende Keimlingsentwicklung läßt mit großer Sicherheit unter Befolgung sonst noch erforderlicher Arbeitsbedingungen gute Schaumbildung erwarten. Nicht aber gute Lösung, durch schnelles geiles Wachstum mit langem Blatt- und Wurzelkeimgewächs hervorgebracht. Noch weniger Überlösung mit zu reichlicher Enzymbildung und zu weit vorgangenen Abbau, bei welchem sich das Verhältnis der hochmolekularen zu den niedrigmolekularen Stickstoffkörpern stark zum Nachteil der ersteren verschoben hat.

Das sind auch meine Erfahrungen, aus denen ich zu der Erkenntnis gekommen bin, daß man bei der Herstellung von Malz nicht auf knappe, sondern gute Lösung, aber bei denkbar kühler Haufenführung hinarbeiten soll.

Kommt es nur auf die Schaumhaltigkeit allein an, nicht aber auf andere Eigenschaften noch, so sind die eiweißreicheren Gersten geeigneter als die eiweißarmen. Man muß sie aber zu guter Lösung kommen lassen, was ja auch durch entsprechende Weiche, so besonders vorsichtiges Warmwaschen und kühle Haufenführung unschwer zu erreichen ist.

Die sehr viel diskutierte Frage, ob eiweißärmere Gersten für die Herstellung schaumbeständiger Biere nicht auch geeignet sind, direkt eiweißarmen aber auf jeden Fall die Eignung abzusprechen ist, wenn es darauf ankommt, Biere von einwandfreier Schaumbeschaffenheit herzu-



stellen, so kann nach meinen Erfahrungen diese Frage nicht in so allgemeinem Sinne beantwortet werden.

Ich vertrete den Standpunkt, daß solche Gersten dafür ohne weiteres nicht auszuschalten sind, daß es nur darauf ankommt, sie in der richtigen Weise durch Kaltführung zu vermälzen, und daß man sich nicht davor scheuen soll, im Gegenteil darauf hinarbeiten muß, sie zu guter Lösung zu bringen. Dann werden auch ängstliche Befürchtungen zunichte, daß solche Malze keine schaumkräftigen Biere geben.

Gesicherte Grundlagen sollten auf jeden Fall in der Mälzerei gelegt werden. Ist das, durch irgendwelche Umstände bedingt, nicht möglich, oder möglich gewesen, so ist durch den Maischvorgang noch mancher Fehler gut zu machen, und manche Versäumnis nachzuholen. Doch nur aber dann, wenn sie nicht zu groß waren.

Mangelhafte Lösung kann vielfach noch durch mehr oder minder starke Betonung des Eiweißabbaus ausgeglichen werden. Schlecht gelöstes Malz erfordert direkt sogar eine solche mit stärkerer Lösung von Eiweiß verbundene Behandlung. Um so mehr dann, wenn es aus eiweißreicher Gerste hergestellt worden ist. Durch stärkere Eiweißlösung wird der Gehalt an hochmolekularen kolloiden Stickstoffkörpern vermehrt. Allerdings auch der Anteil an mittel- und niedrig molekularen. Es bleiben aber die hochmolekularen, wie auch gemaischt wird, im Übergewicht, wenn auch das Verhältnis zwischen ihnen und den niedriger molekularen unter Umständen etwas verschoben wird.

Von einer Verarmung an hochmolekularen Körpern kann also bei starker Betonung des Eiweißabbaus nicht die Rede sein. Letztere führt stets noch zur Anreicherung und wirkt sich auch so in praktisch günstigem Sinne aus, wenn mangelhaft gelöste, aus eiweißreichen wie eiweißarmen Gersten hergestellte Malze im Sudhaus dahingehend verarbeitet werden.

Auf die absoluten Mengen an hochmolekularen Abbaustoffen kann es aber allein nicht ankommen, wie die Erfahrung mit den Kriegsbieren gelehrt hat. Es muß also die Annahme begründet sein, daß das Verhältnis der verschiedenen Abbaustufen eine Rolle dabei spielt; jedenfalls der Art, daß sich diese zueinander in einer bestimmten Gleichgewichtslage befinden müssen, wenn die günstigsten Bedingungen für eine gute Schaumbildung gegeben sein sollen. Die analytischen Methoden reichen allerdings bisher noch nicht aus, die verschiedenen Stufen im einzelnen genau zu erfassen.

Sind die Auffassungen über die Sudführung bei Verwendung von weniger gut gelösten Malzen aus eiweißreichen aber auch aus eiweißärmeren Gersten als eindeutig anzusprechen im Sinne einer Notwendigkeit stärkerer Betonung des Eiweißabbaus, so gehen sie bezüglich der Verarbeitung gut gelöster Malze mehr oder minder weit auseinander. Meistens ist die Auffassung vertreten, daß bei guter Lösung eine Betonung, oder gar eine starke Betonung des Eiweißabbaus nachteilig ist,

und dann besonders, wenn es sich um Malze aus eiweißarmen Gersten handelt. Richtig ist meiner Ansicht nach schon, daß gut gelöste Malze einer starken Betonung des Eiweißabbaus nicht bedürfen. Um so weniger, wenn sie aus eiweißarmen Gersten hergestellt sind. Trotzdem kann immerhin noch eine Verbesserung der Schaumhaltigkeit, Läuterung, Bruchbildung, Ausbeute usw. erzielt werden, die allerdings deutlicher in Erscheinung tritt bei den Malzen aus eiweißreicheren Gersten.

Der Auffassung einzelner Kreise, daß die Verarbeitung gut gelöster, aus eiweißarmen Gersten gewonnener Malze unter mehr oder weniger starker Betonung des Eiweißabbaus vermieden werden soll, um Bildung schlechter Schaumhaltigkeit vorzubeugen, kann ich nur in bedingter Form beipflichten. Ist richtig gemälzt worden, wird die Betonung eines starken Abbaus sich nicht nachteilig auswirken, sofern nicht im Maischprozeß über die allgemein üblichen und angewandten Methoden hinaus verfahren wird, d. h. das Maischverfahren zeitlich nicht zu weit ausgedehnt wird.

Meinen Beobachtungen zufolge können und werden sogar Biere gewonnen, welche an Schaumhaltigkeit und -beständigkeit besser abschneiden gegenüber solchen, bei denen keine besondere Betonung der Eiweißbrast stattgefunden hat. Ganz besonders wurden diese Beobachtungen in der Hochschulbrauerei gemacht, wenn nach einem Ein-Maischverfahren gearbeitet wurde, wobei selbst bei gut gelösten eiweißarmen Malzen noch ein geringer Zuwachs an hoch- wie niedrigmolekularen Stickstoffkörpern beobachtet wurde, das Übergewicht der hochmolekularen aber keineswegs verloren ging.

Will man den Ursachen für die Bedeutung des Eiweißabbaus bezüglich seiner Wirkung auf die Schaumhaltigkeit noch weiter näherkommen, so wird man nicht nur dem Abbau von Eiweiß beim Mälzen, sondern auch der Entstehung der verschiedenen proteolytischen Enzyme Beachtung schenken müssen.

Man muß davon ausgehen, daß bei überreichlicher Ausbildung der Keime, in erster Linie des Blattkeimes, eine überreichliche Menge von Enzymen, und vor allem wieder der Peptidase stattfindet. Wenn nun auch durch die Darre eine erheblichere Vernichtung dieser weniger hitzebeständigen Enzyme erfolgt als bei der Protease, so ist doch anzunehmen, daß immerhin noch ein erheblicher, für die Abbauverhältnisse im Sudhaus vielleicht unerwünscht großer Gehalt an Peptidase verbleibt.

Beim Maischen kann sie deshalb eine unerwünscht starke Aktivität entfalten, die von um so größerer Wirkung ist, als auch die, durch die weit vorgetriebene Keimung sehr reichlich gebildete Protease nicht nur viel Eiweiß in Lösung bringt, sondern auch viel Polypeptide erzeugt.

Bei einem hohen Gehalt an Peptidase ist nun aber eine starke Aufspaltwirkung der Polypeptide anzunehmen; jedenfalls auch solcher, den

mittleren Stufen angehörigen Verbindungen, welchen noch die Fähigkeit zukommt, schaubildende Kraft zu besitzen.

Mit ihrer Abnahme werden die Bedingungen für gute Schaumbildung verschlechtert, und damit die Auffassungen gerechtfertigt, daß zu gut gelöstes Malz zur Erzeugung von schaumstarken Bieren nicht geeignet ist.

Nun ist aber immerhin ein Unterschied zwischen zu gut bzw. zu weit gelöstem und gut gelöstem Malz zu machen, das seine gute Lösung durch vorsichtige Arbeitsweise erhalten hat.

Bei nicht übertriebener Lösung ist — so wird man folgern können — die Bildung von Peptidase nicht so überragend, die Bildung von Abbau-stufen in Form von Polypeptiden mittleren Grades, welche leicht oder zu leicht dem weiteren Angriff durch Peptidasen unterliegen, nicht so groß. Es wird reichlich Eiweiß gelöst, viel gelöstes abgebaut, aber der peptidatischen Wirkung frühzeitiger eine Grenze gezogen, weil für den weiteren Abbau die leicht abbaufähigen Polypeptidstufen nicht in größeren Mengen vorhanden, die Peptidasemengen auch nicht so reichlich vertreten sind.

Auch beim Maischen werden der Peptidase frühzeitig Zügel angelegt, daß sie nicht über bestimmte Grenzen hinausgeht.

In geringerer Menge nur vorhanden, von ihrem ph-Optimum weit abgedrängt, wird ihre Spaltkraft geringer und immer geringer mit steigender Temperatur, so daß eine stärkere Aufspaltung in die niedrigstmolekularen Aminosäuren, welche keine Schaumbildner sind, nicht eintreten kann; vor allem nicht in einem Maße, daß der Abbau in die letzten Stufen größer wird als Lösung von Ursprungseiweiß und Aufspaltung in die höheren und mittleren Stufen, welche die Träger der Schaumbildung sind.

E. Gerb- und Bitterstoffe

Diese, in den Spelzen und Samenschalen sitzenden Stoffe sind in Wasser teilweise löslich, und besonders in Karbonatwässern. Ein enzymatischer Abbau kommt bei ihnen nicht in Frage. Da sich die Löslichkeit durch Kochen erhöht, kommt dem Maischekochen insofern Bedeutung zu, als sich bei längerer Kochdauer eine stärkere Extraktion vollzieht, und damit in höherem Grade unerwünscht bittere Geschmackskörper herausgelöst werden, die der Qualitätsverfeinerung eines Bieres abträglich sind. Dickspelzige Gersten sind reicher daran als feinspelzige.

Zu vermeiden sucht man auch das Herauslösen von Stoffen, welche sich unter der Mitwirkung von Sauerstoff zu Farbkörpern umbilden, und die Ursache für die Entstehung der unbeliebten rötlich-gelben Farbe im hellen Bier darstellen. Der Umbildung unterliegen sie um so mehr, je mehr die Reaktion der Maische sich nach der alkalischen Seite zuwendet, weshalb auch bei Benutzung von Karbonatwässern diese Zufärbung besonders hervortritt.

Da Spelzen aber auch selbst bei Verwendung von weichen, oder ausgesprochenen Gipswässern Farbkörper abgeben, die indes keineswegs hindern, sehr helle, goldreine Biere zu erzeugen, diese hellen Farben aber für gewisse namentlich hopfenkräftige Markenbiere noch nicht hell genug sind, so ist man in solchen Fällen dazu übergegangen, die Spelzen von dem Malzschrot zu trennen, und gesondert nach dem Kochen der Maischen erst zuzusetzen, was auch zu dem beabsichtigten Erfolg führt, und dann besonders deutlich zum Ausdruck kommt, wenn Malz aus dickspelzigen und überdies verregneten Gersten zur Verwendung kommen soll.¹⁾

Daß es sich um echte Gerbstoffe handle, wird von L. Heintz²⁾ verneint, während L ü e r s gemeinsam mit S t a u b e r und H ü t t i n g e r³⁾ zu positiven Ergebnissen kommen. Ihren Untersuchungen zufolge sind in den Spelzen verschiedene Gerbstoffarten vorhanden, deren eine wasserlöslich ist, und zu der Gruppe der Ellagengerbstoffe gehören dürfte.

In Zusammenhang mit diesen Stoffen dürfte die Testinsäure bzw. das Testilupin von M o u f a n g zu erwähnen sein. Nach L ü e r s und S t a u b e r besteht dieser Körper hauptsächlich aus Stickstoffverbindungen und Kieselsäure, und setzt sich auch noch aus Spelzen-gerb- und Bitterstoffen in Verbindung mit Protein zusammen. Das Protein ist indes von dem Eiweißkoagulat beim Hopfenkochen und den Ausscheidungen, welche in pasteurisierten Bieren auftreten, unterschiedlich. Große Ähnlichkeit besitzt es dagegen mit dem Glutelin. In Alkali ist es löslich, und wird durch Säuren wieder ausgefällt.

Diesen komplizierten Stoffen und wohl auch Adsorptionsverbindungen schreibt man Degeneration der Hefe, Gärungsstörungen und Beteiligung an den Ausscheidungen im pasteurisierten Bier zu. Nach L. Heintz sind dabei aber jedenfalls Gerbstoffe irgendwelcher Form nicht beteiligt, sondern nur Stickstoffkörper. Inwieweit dieser Auffassung indes beizutreten ist, wird durch die eingehenderen Untersuchungen von L ü e r s in Frage gestellt.

Die Beteiligung von Spelzenextraktivstoffen an Trübungen im Bier festzustellen, hatten wir in der Hochschulbrauerei Gelegenheit bei Vergleichssuden aus Malz aus üblicher bespelzter Gerste und andererseits aus Nacktgerste. Während das fertige, filtrierte Bier aus ersterem Malz bei Abkühlung auf -5°C in wenigen Stunden Trübung aufwies, blieb das Bier aus dem Nacktgerstenmalz während der ganzen Beobachtungszeit von acht Tagen völlig klar.

Unterschiedlich war auch die Zinnempfindlichkeit. Auch diese war bei dem Bier aus dem Nacktgerstenmalz wesentlich geringer.

¹⁾ Die Ausbeute wird allerdings bei diesem Verfahren um $\frac{3}{4}$ bis 2% verringert.

²⁾ L. Heintz, Wochenschrift f. Brauerei 1931, Nr. 41 und 42; 1932, Nr. 23—25.

³⁾ L ü e r s und S t a u b e r, Wochenschrift f. Brauerei 1931, Nr. 10—12. L ü e r s und H ü t t i n g e r, Wochenschrift f. Brauerei 1933, Nr. 13.

Auch aus anderen Vergleichssuden glaubten wir Berechtigung für das Auftreten von Biertrübungen aus Spelzenstoffen herleiten zu dürfen. Bei den Vergleichssuden wurde eine Gruppe nach dem Drei-Maischverfahren hergestellt, wobei jede der drei Maischen $\frac{3}{4}$ Stunden lang gekocht wurde. Bei der anderen Gruppe bedienten wir uns eines Zwei-Maischverfahrens, mit je 10 Minuten dauernder Kochzeit. Die Biere aus dem Drei-Maischverfahren zeigten dasselbe Verhalten wie die aus dem Nacktgerstenmalz. Die Biere der anderen Gruppe waren wieder sowohl gegen Kälte wie gegen Zinn empfindlich. Bei dem dreimaligen Maischekochen und der langen Zeitdauer dürften, wie ich annehmen möchte, die löslichen Proteine bzw. die Komplexverbindungen von Proteinen mit Gerb- und Bitterstoffen und anderen Körpern, wie etwa Kieselsäure durch Adsorption durch Maischetreber gebunden und damit entfernt werden, so daß eine spätere Ausfällung nicht mehr stattfinden kann. Diese Annahme, nur eine Feststellung in der Praxis, ist allerdings noch durch keine wissenschaftliche Bestätigung unterstützt.

Könnte man hieraus eine allgemeine Regel ableiten, so würde es die sein, daß die Verwendung von Nacktgerstenmalz, aber auch ein langzeitiges Maischekochen bei üblichem Malz geeignet sind, Biere mit großer Kälte- und Zinnfestigkeit herzustellen.

F. Mineralbestandteile (und ihre Umsetzung mit den Wassersalzen)¹⁾

100 g Malztrockensubstanz enthalten :

Asche	CaO	MgO	K ₂ O	P ₂ O ₅	SiO ₂	SO ₃
2,0—3,2	0,12—0,19	0,17—0,33	0,4—0,7	0,75—1,08	0,40—0,75	0,03—0,09

Beim Maischen nach dem Kongreßverfahren gehen davon einschließlich der beim Mälzen schon löslich gemachten Anteile 50—60% in Lösung.

Von Phosphor bzw. Phosphorsäure sind es etwa 70—80%.²⁾

Von CaO etwa 27—40%.

Von MgO etwa 50—55%.

Von Schwefel bzw. SO₃ annähernd 100%.

Von SiO₂ etwa 15—22%.

Von K₂O annähernd 100%.

Teils sind es enzymatische Prozesse, teils thermische Einwirkungen, welche die Mineralbestandteile in Lösung bringen. Hauptsächlich kommen enzymatische Abspaltungen aus organischen Verkuppelungen in Betracht.

¹⁾ Siehe Bd. I und diesen Band Kapitel II, I: Brauwasser.

²⁾ W. Windisch, Kolbach und Schild) Wochenschrift f. Br. 1930, Nr. 33) fanden im Mittel 63%.

So werden Schwefel und Phosphor aus Eiweiß abgespalten, oxydiert und zum Teil an Alkalien, bzw. Erdalkalien gebunden. Durch Abbau des Phytins lösen sich Kalzium, Magnesium und Phosphorsäure heraus, die sich jedenfalls auch wieder zu entsprechenden Salzen verbinden, wobei aber auch Phosphorsäure als Inosit-Triphosphat und Inosit entstehen. Kalziumsaccharat dürfte auch der Aufspaltung unterworfen werden, so daß auch da Kalk für die Bindung in anderer Form frei wird.

Die in Lösung gegangenen Bestandteile bleiben als solche nur teilweise bestehen, wenn statt des destillierten Wassers mineralstoffhaltiges Wasser verwendet wird, indem Würze- und Wassersalze gegenseitig in Reaktion treten.

Bei diesen Reaktionen handelt es sich indes um keine quantitativen Umsetzungen. Sie bleiben immer nur unvollständig, teils wegen der geringen Mengen der in Betracht kommenden Salze, teils infolge des Dazwischentretens von anderweitigen Umsetzungen, so besonders der Milchsäure, vielleicht auch der Bernsteinsäure, welche sich als Säuren oder Salze der Alkalien oder Erdalkalien mit den Phosphaten umsetzen.

Infolge der nur unvollständigen Reaktionen verbleiben sowohl von den löslichen Erdalkali-Salzen des Malzes wie besonders von den Karbonaten und Sulfaten des Kalziums des Brauwassers größere oder geringere Anteile der Ausfällung entzogen, die damit dann zur Erhöhung des Kalkgehaltes der Würze beitragen, was in noch höherem Maße für die entsprechenden Magnesiasalze Geltung hat. Gipsreiche Wässer sind somit, wie auch karbonatreiche, imstande, den Gehalt an Kalk in der Würze um sehr erhebliche Mengen zu steigern. Das trifft indes bei weitem nicht in dem Umfange für magnesiahaltige Wässer zu, da der Magnesia-gehalt nur gering ist.

Mit den anorganischen Chloriden haben die Sulfate das gemeinsam, daß, wenn auch ihre Kationen an Umsetzungen teilnehmen und in Gestalt unlöslicher Salze ausfallen, die Anionen fast quantitativ teils in Gestalt der unzersetzt gebliebenen Wassersalze, teils in anderer Bindung, teils in Form der im Malz vorhandenen Alkali- und Erdalkalisalze in die Würze übergehen, was indes z. B. bei der Kieselsäure nicht der Fall ist.

Auf Grund dieser mannigfachen Umsetzungen entstehen Betriebswürzen, welche sich von Kongreßwürzen wesentlich unterscheiden, zumal auch durch die Kochung von Maischen erhöhte chemische Prozesse ausgelöst werden.

Asche	CaO	MgO	K ₂ O	Gesamt P ₂ O ₅	Alkali P ₂ O ₅	Erd- alkali P ₂ O ₅	SiO ₂	SO ₃
0,166 bis 0,266	0,005 bis 0,026	0,009 bis 0,025	—	0,062 bis 0,102	—	—	0,010 bis 0,032	0,004 bis 0,025

Durch eine große Zahl von Untersuchungen von Betriebswürzen aus verschiedenen Brauereien stellten wir fest, daß in 100 Gewichtsteilen 12%iger Würze enthalten sind. (s. Tab. S. 83.)

Aus 100 g Malz finden sich in der Würze einschließlich der durch das Wasser hinzugekommenen bzw. ausgefallenen Bestandteile wieder:

Asche	CaO	MgO	P ₂ O ₅	SiO ₂	SO ₃
1,08—1,73	0,03—0,17	0,06—0,16	0,40—0,66	0,06—0,21	0,03—0,16

Das sind gemessen an den in 100 Teilen Malz vorhandenen Mengen

Asche	CaO	MgO	P ₂ O ₅	SiO ₂	SO ₃
50—60%	25—90%	40—50%	60—70%	15—30%	90—100%

IV. Bildung von Säure, Pufferung und ph

a) Titrationsazidität

Auf 100 g Malztrockensubstanz beträgt die T i t r a t i o n s - A z i d i t ä t bis ph 7,07 etwa 27—48 ccm n/10.Lauge, gleich 0,27—0,44% Milchsäure.

Beim Maischen nach dem Kongreßverfahren erhöht sich der Säuregehalt erheblich. Auf 100 g Malz berechnet beträgt der Verbrauch an n/10.Lauge zur Neutralisation 50—74 ccm, entsprechend einem Milchsäuregehalt von 0,45—0,68%.

Beim Maischen in der Praxis schiebt sich nun das Wasser in seiner außerordentlichen Mannigfaltigkeit in der chemischen Zusammensetzung als ein Faktor ein, welcher sehr weitgehend die Aziditätsverhältnisse verändern kann. Und diese Verschiebungen können ein viel größeres Ausmaß annehmen, als die Verschiebung im ph.

So kann ein ausgesprochenes Karbonatwasser die Azidität bis zu 40—50% gegenüber ganz weichem Wasser vermindern, während gleichzeitig das ph nur um etwa 0,4 nach der alkalischen Seite verschoben wird, wie es z. B. A. S t a d n i k ¹⁾ an einem Wasser mit einer vorübergehenden Härte von 15,4 und einer bleibenden Härte von 1,4 nachwies, und W. W i n d i s c h und K o l b a c h ²⁾ bei Zusatz von 25 g Kalziumkarbonat pro hl zu destilliertem Wasser feststellten.

Auf der anderen Seite ist nach Stadnik Gips nicht imstande bei gleichzeitiger Anwesenheit von Karbonaten eine günstigere Azidität

¹⁾ A. Stadnik, Der böhm. Bierbrauer 1932, S. 309.

²⁾ W. Windisch und Kolbach, Wochenschrift f. Brauerei 1926, S. 423.

herbeizuführen, als ganz weiches, bzw. destilliertes Wasser. So ist bei einer bleibenden Härte, die doppelt so groß ist wie die vorübergehende, wohl dasselbe ph wie bei destilliertem Wasser zu erreichen, aber nur eine Azidität, die noch um 20% zurückbleibt. Und selbst bei einem Verhältnis von 3:1 zwischen bleibender und vorübergehender Härte liegt die Titrationsazidität noch um 18% zurück, während das ph um 0,15 günstiger ist als bei dem destillierten Wasser.

Will man ein Karbonatwasser durch Gipsen verbessern, so muß beachtet werden, daß 1 Mol CaO (56 g) 1 Mol Ca SO_4 (136 g) erfordert, d. h. für einen vorübergehenden Härtegrad 2,43 g wasserfreier Gips benötigt werden. Da nun aber Handelsgips bekanntlich in der Natur nicht rein vorkommt, abgesehen davon, daß er 2 Mol Wasser enthält, werden etwa 3 g davon zum Ausgleich von einem (vorübergehenden) Härtegrad zugegeben werden müssen¹⁾.

Gleich wie die Titrationsazidität²⁾ beim Maischen zunimmt, erfolgt auch bei der Titrationsalkalität eine Zunahme, welche indes wesentlich niedriger ist, als erstere. Beruht die Zunahme an Titrationsalkalität auf der weiteren Lösung von Eiweiß, so ist die starke Zunahme an Titrationsazidität in erster Linie eine Folge des Abbaus von organischen Phosphaten und der Überführung sekundärer in primäre Phosphate³⁾, sowie der Entstehung organischer Säuren und Salze.

¹⁾ Bei künstlich hergestellten Gipswässern, welche ausschließlich nur Kalziumsulfat enthalten, liegen die Verhältnisse etwas anders. So fanden P. Kolbach und G. Hausmann im Unterschied zu Feststellungen von Windisch und Kolbach, daß CaSO_4 nicht nur ein günstigeres ph erzeugt, sondern auch eine höhere Azidität ergibt, sobald der CaSO_4 -Gehalt 25 g und mehr beträgt (Wochenschrift f. Brauerei 1933, S. 201).

²⁾ Die Titrationsazidität bis ph 7,07 zeigt die Kubikzentimeter n/10-Lauge an, welche erforderlich sind, um 100 ccm Würze, nachdem sie mit Säure, z. B. Salzsäure auf das ph 4,27 eingestellt sind, auf das ph 7,07 zu bringen; während die Titrationsalkalität gegen γ -Dinitrophenol die Kubikzentimeter n/10-Säure angibt, die erforderlich sind, um 100 ccm Würze nach Einstellung mit Lauge auf das ph 7,07 auf das ph 4,27 zu bringen. In diesem Bereich 7,07—4,27 liegen alle für Gerste, Malz und Würze in Betracht kommenden Puffer. Das Bereich läßt sich nochmals bei 5,67 ph unterteilen.

Im ph-Bereich von 7,07—5,67 liegt hauptsächlich die Pufferung der anorganischen Phosphate und des Phytins.

Im Bereich von 5,67—4,27 puffern die organischen Säuren und ihre Salze, sowie die Stickstoffkörper, aber teilweise auch das Phytin.

Der Grad der Pufferung wird durch Addition der Titrationsazidität bis 7,07 und der Titrationsalkalität bis 4,27 erhalten.

³⁾ Bei Untersuchung von mehreren Malzen (W. Windisch, P. Kolbach und W. Banholzer, Wochenschrift f. Brauereien 1929, Nr. 23 u. 24; W. Windisch, Kolbach und Schild, Wochenschrift f. Brauereien 1930, Nr. 32 u. 33) betrug

Titrationssazidität 24—38 ccm n/10. Lauge auf 100 g Tr.

Titrationssalkalität 30—43 ccm n/10. Säure „ „ g „

Pufferung im Bereich 7,07

bis 4,27 ph 59—83 ccm n/10. „ „ „ g „

An der Säurezunahme sind nicht nur anorganische, sondern auch organische Säuren beteiligt. Durch die enzymatischen Abbauvorgänge beim Mälzen gebildet, erfahren sie durch die völlig anderen Verhältnisse beim Maischen eine weitere, erheblich größere Steigerung, die wieder zu einer weiteren Anregung der enzymatischen Tätigkeit führt, wodurch von neuem eine erhöhte Säurebildung ausgelöst wird.

Neben Milchsäure, Bernsteinsäure, vielleicht auch Oxalsäure, ist es in erster Linie Phosphorsäure, welche beim Maischen in größeren Mengen in Lösung geht. Unter der Wirkung bestimmter Schlüsselenzyme werden phosphorhaltige Stoffe aufgespalten, und es wird die Phosphorsäure aus ihren organischen Verknüpfungen frei gemacht, die dann in Form anorganischer Salze als neue Verbindungen in Erscheinung tritt.

So wird aus dem Amylopektin und Amylozellulose durch die Amylo-Phosphatase die esterartig gebundene Phosphorsäure abgespalten, ein Vorgang, der sich in der Verflüssigung der Stärke sichtbar macht. Aus dem Phytin spaltet die Phytase neben geringeren Mengen von Inosit-Triphosphaten und Inosit hauptsächlich anorganische Phosphate ab; und aus den Phosphorproteinen und Nukleoproteiden wird die Phosphorsäure durch die Protein-Phosphatasen frei gemacht.

Auf diese Weise entstehen erhebliche Mengen von Phosphorsäure, welche gleich wieder mit Alkalien und Erdalkalien zu entsprechenden Alkali- und Erdalkalisalzen zusammentreten, teils sekundärer mehr aber primärer Bindungsart sind, und eine starke Erhöhung der Titrationsazidität bewirken.

Treten somit die Säuren als fördernde Faktoren bei den enzymatischen Abbauvorgängen auf, so steigern sie einesteils die Bildung saurer Körper, anderenteils tragen sie dazu bei, durch Aufspaltung von Stickstoffkörpern alkalisch reagierende zu erhöhen.

b) Pufferung

Der erhöhte Gehalt an Titrationsazidität und -alkalität steigert die Pufferung der Würze erheblich über die des Malzes. Ganz im Unterschied zu den Pufferungsverhältnissen bei der Überführung von Gerste in Malz, bei der sich kaum eine Erhöhung vollzieht, jedenfalls dadurch bedingt, daß die beim Mälzen neu gebildeten Stickstoffpuffer durch gleichzeitige Abnahme der Phosphatpufferung ausgeglichen werden.

Die Wirkung der Puffer liegt bekanntlich darin, daß sie eine wesentliche Änderung der Wasserstoffionenkonzentration, nach welcher Richtung diese auch auftritt, verhindern, soweit es sich um Bildung kleiner

Nach dem Maischen nach dem Kongreßverfahren:

Titrationssazidität 45—70 ccm n/10. auf 100 g Tr.

Titrationssalkalität 40—51 ccm n/10. „ „ g „

Pufferung im Bereich 7,07

bis 4,27 ph 97—110 ccm n/10. auf 100 g Tr.

Mengen von Säuren resp. sauren Salzen oder alkalisch reagierenden Stoffen, wie sekundäre Phosphate, in bedingter Form auch um die Amid-Aminverbindungen, welche amphoterer Natur sind, handelt.

Der Wirkung der Puffer ist es zuzuschreiben, daß die Wasserstoff-ionenkonzentration für die Stärke- und Eiweißabbauvorgänge an das Optimum nicht herankommen.

Die Vorteile einer guten Pufferung, namentlich durch die höheren Eiweißabbaustufen, liegen in der Erzeugung einer größeren Vollmundigkeit und Geschmacksabrundung, indem schärfer hervortretende Geschmacksstoffe, wie z. B. gerbsaure Verbindungen und gewisse bitter-saure Salze überdeckt und dadurch gemildert werden.

Ein gewisser Nachteil kann andererseits aber dadurch hervorgerufen werden, daß die Bildung von Säure bei der Gärung bei einer niedrigen Grenze schon zum Stillstand gebracht wird, was der Haltbarkeit ev. nicht dienlich ist, namentlich dann nicht, wenn es sich um schwach gehopfte Biere handelt.

Die Herabsetzung der Pufferung durch Ausfällung von Kalziumphosphat, die durch Karbonate wie Sulfate erfolgt, und die Verminderung der phosphorsauren Alkalisalze hatte zu der früher verschiedentlich vertretenen Auffassung Anlaß gegeben, daß nicht nur das Kalziumkarbonat, sondern auch das Sulfat, zumal wenn es in größeren Mengen vorkommt, schädlich sei, da Hefenernährung und Gärung leiden müßten. Diese Auffassung läßt sich leicht durch die Tatsache widerlegen, daß gerade solche Brauereien, welche mit ausgesprochenen Gipswässern arbeiten, beste Gärungen erzielen, und beste Hefen ernten, welche als sehr begehrte Saathefen weiteste Verbreitung finden.

c) ph ¹⁾

Das ph der Gerste liegt, abgesehen von Kalifornischen, Chilenischen und etwa anderen im Südländ gezeigten Gersten, zwischen 5,95 und 6,21.

Das ph des Malzes ist niedriger und bewegt sich zwischen 5,67 und 6,01.

Das ph der Würzen ist wiederum niedriger. Das der Kongreß-Würzen liegt zwischen 5,50 und 5,77; das der Sudhaus-Vorderwürzen zwischen 5,50 und 6,1, bei Verwendung ausgesprochener Karbonatwässer bis 6,3.

Zwischen dem ph vom Malz und dem der Würze bestehen keine festen Beziehungen. Immerhin besteht aber eine gewisse Tendenz insofern, als

¹⁾ Im Unterschied zu den Bezeichnungen im ersten und zweiten Band sind in diesem Band gemäß letzzeitiger Gepflogenheit in der brautechnischen Literatur zum leichteren Verständnis die zahlenmäßig niedrigen ph-Werte als niedrig, und die zahlenmäßig höheren ph-Werte als hoch angegeben.

Malze mit niedrigem ph geringere Neigung zur ph-Abnahme zeigen, als Malze mit hohem ph.

Malze	Kongreß- Würzen	Abnahme beim Maischen
ph 5,67—5,80	ph 5,51—5,57	0,15—0,25
ph 5,81—5,90	ph 5,56—5,69	0,21—0,31
ph 5,91—6,01	ph 5,60—5,77	0,21—0,35

Das ph des Darrmalzes ist bekanntlich gleich wie das ph der Würze von einer Anzahl von Faktoren abhängig. Mit dem Weichen der Gerste fällt es. Mit dem Mälzen steigt es wieder, um in den letzten Tagen von neuem zu fallen. Durch das Darren tritt eine weitere Abnahme ein ¹⁾

Kurz mälzen führt zu hohem ph, lang mälzen zu niedrigem, unter Umständen aber zu gleichem ph. Entscheidend ist in höherem Maße das Darren. Bei niedriger Abdarrung entsteht ein hohes, bei langem Darren und hoher Abdarrungstemperatur niedriger ph. Günstigstes ph wird man darum namentlich bei Münchner Malzen finden.

Gegenüber dem einheitlichen, mit destilliertem Wasser durchgeführten Kongreßverfahren werden in der Praxis die Umsetzungsverhältnisse im enzymatischen Abbau wesentlich unterschiedlicher.

Schon die Maischverfahren sind außerordentlich vielgestaltig, und dies ist nicht ohne Einfluß auf das ph. So fanden wir beim Drei-Maischverfahren ein bis um 0,12 ungünstigeres ph in der Vorderwürze als bei unserem Zwei-Maischverfahren. Auch in der Ausschlagwürze blieb der Unterschied bestehen.

Beim Zwei-Maischverfahren lag das ph meistens auf gleicher Höhe wie beim Ein-Maischverfahren mit starkem Eiweißabbau; verschiedentlich aber günstiger.

Stärkerer Abbau durch längere Einhaltung der günstigsten Abbau-temperaturen (50—60° C) verursachte im allgemeinen keine, in einigen Fällen nur eine geringe Verschiebung nach der ungünstigen Seite.

So wurde bei 32 Vergleichssuden, von denen bei der einen Reihe auf schwachen, und bei der anderen auf starken Abbau hin gearbeitet wurde, festgestellt, daß der starke Abbau verschiedentlich kein anderes ph ergab als der schwache; verschiedentlich aber ein etwas ungünstigeres. Im Höchstfalle konnte nur eine Abweichung von 0,10 zuungunsten des starken Abbaus festgestellt werden. (Beispiel im Mittel: Starker Abbau 5,77, schwacher Abbau 5,67.)

¹⁾ Beispiel: a) ph Gerste 6,19,
ph beim Ausweichen 5,83,
ph im Grünmalz 6,32,
ph im Darrmalz 5,93;

Beispiel b) 5,74—5,19—6,10—5,78 (Chilenische Gerste).

Das Dickmaischen ist von anderem Einfluß als das Dünnmaischen. Bei ersterem entsteht ein günstigeres ph, etwa bis um 0,10 in der Vorderwürze, was sich auch wieder auf die Ausschlagwürzen überträgt.

Von wesentlicher Bedeutung ist bekanntlich das Brauwasser. Karbonatwässer wirken hemmend, Chloride und Sulfatwässer fördernd, und zwar um so mehr nach jeder Richtung, je ausgesprochener die Typen sind, und je mehr an Karbonaten und Sulfaten sich vorfindet.

Unter diesen vielseitigen Verhältnissen nimmt das ph-Gebiet einen erheblich größeren Umfang an, und erstreckt sich von etwa 5,55 bis auf 6,30.

Bei ausgesprochenen Karbonatwässern wird man ein ph in der Vorderwürze von 5,90—6,30; bei weniger ausgesprochenen ein ph von 5,70—6,0; bei weniger ausgesprochenen Sulfatwässern 5,7—5,9; bei ausgesprochenen Sulfatwässern 5,55—5,70 und bei ganz weichen Wässern, sowie völlig entkarbonisierten ein ph von 5,6—5,8 erhalten.

Trotz Gleichheit im Sudverfahren ergeben die ph-Messungen keineswegs immer dieselben Werte, selbst wenn die gleichen Malze verarbeitet werden; um so weniger dann, wenn verschiedene Malze zur Verwendung kommen. Nach unseren Beobachtungen können die Unterschiede bis zu 0,25 ph in der Vorderwürze betragen.

d) Biologische Säuerung

1. Zusatz von Sauergut zu Maische und Würze

a) Entwicklung des Säureungsverfahrens

Die biologische Säuerung, welche Behrend und Lafar¹⁾ als die ersten zum Schutz gegen die Überhandnahme von schädlichen Bakteriengärungen in den Brennereien in Vorschlag brachten, ist ein seit Dezennien in diesem Gewerbe mit Erfolg angewandtes Verfahren, zu dessen Durchführung im Institut für Gärungsgewerbe, Berlin, ständig große Mengen der entsprechenden Milchsäurebakterien gezüchtet werden.

Verschiedene Arten hat man aus Brennereimaischen isoliert. Ob eine Identität unter ihnen besteht, scheint nicht ganz sicher zu sein. Es hat sich indes die Gepflogenheit herausgebildet, die mit diesen Bakterien durchgeführte Säuerung nach dem von Leichmann¹⁾ isolierten *Bazillus Delbrücki* zu benennen.

Die Verwendung von Sauermaischen benutzt nun als einer der ersten Wahl, Chikago, zum Zwecke eines stärkeren Eiweißabbaus, um kaltebeständige, pasteurisierte Biere herzustellen.

O. Francke²⁾ übernimmt die biologische Säuerung zur Her-

¹⁾ Maercker-Delbrück, Handbuch der Spiritusfabrikation.

²⁾ O. Francke, Wochenschrift f. Brauerei 1906, S. 384.

stellung von Berliner Weißbier, für die Erzeugung des diesem Biere eignensäuerlichen Geschmacks, und erreicht zugleich damit einen sicheren Schutz gegen die mannigfachen, dem Weißbier gefährlichen Bakterienkrankheiten, und besonders gegen das Auftreten von Schleimbildung durch entsprechende schleimerzeugende Sarzinen.

Nachdem seit langer Zeit schon in ausländischen Brauereien das biologische Säurungsverfahren Eingang gefunden hat, ist nun auch (1932) die Verwendung für die Herstellung von untergärigen Bieren in Deutschland steueramtlich zugelassen und dient in erster Linie zur Erzeugung eines günstigeren $\text{ph}'\text{s}$, wird zugleich aber auch zur Beseitigung der nachteiligen Wirkungen von Karbonatwässern erfolgreich angewandt.

β) Herstellung des Sauergutes

Die Herstellung von Sauergut geschieht durch Einimpfen von Kulturen von *Baz. Delbrüki* in Vorderwürze. Bei der Züchtung in Kulturen verwendet man zwecks möglichst schneller Gewöhnung der Bakterien an die Verhältnisse im Betrieb auch schon Vorderwürze. Die Kulturen, deren Züchtung bei 46—48° C erfolgt, werden nach und nach so vermehrt, daß die Menge genügt, um im Anteil von 1% zu der Herführungswürze im Betrieb als Impfmateriäl zugesetzt zu werden. Als Herführungsapparat läßt sich in einfachster Form ein kleiner Holzbottich verwenden, der nochmals unter Belassung eines Zwischenraumes ummantelt ist, welcher mit einer Isolationsmasse ausgefüllt wird, um eine Gleichmäßigkeit der Temperatur in der Züchtungsflüssigkeit zu sichern.

Die Würze wird für die Einimpfung auf einer Temperatur von 48—50° C gehalten, die bei guter Isolation des Säurungsgefäßes sich nur um wenige Grade abkühlen soll. Diese Abkühlung ist sogar direkt erwünscht für die Lebenserhaltung der Bakterien, welche bei längerer Einwirkung von Temperaturgraden wie 48—50° geschädigt werden und auch direkt zugrunde gehen. Es muß bei der Züchtung durch entsprechende Apparatur dafür Sorge getragen werden, daß die Abkühlung nicht unter etwa 44 oder gar 43° C heruntergeht, da sonst Gefahr besteht, daß sich luftliebende Kahlmhefen entwickeln, welche diese Temperaturen unbeschadet vertragen. Der Säurungsprozeß, welcher zu einer Neubildung von 0,9—1,0% Milchsäure führen soll, ist unter diesen Umständen nach Verlauf von etwa 20 Stunden beendet.

Die Gefahr der Abkühlung läßt sich durch Benutzung besonders geeigneter doppelmantliger Metallgefäße vermeiden, welche die Warmhaltung durch Zuleitung von Warmwasser in den Mantel gestatten. Als Material für diese Gefäße wählt man vorteilhaft Kupfer, welches innen verzinnt ist. Reines Kupfer wird durch die sich stark vermehrende Säure zu sehr angegriffen und führt durch Auflösung von Kupfer zur Vergiftung der Bakterien. Eine Verzinnung läßt zwar auch die Lösung von

Zinn zu, wodurch indes Vergiftungen in irgend wie belanglicher Form nicht entstehen. Der im Laufe der Zeit sich an den Wandungen niederschlagende Bierstein, der sich zwar auch nach und nach auf Kupfer ansetzt, hebt die an sich schon geringe Schädlichkeit des Zinns noch vollständiger auf. Auch beim Kupfer wird sich der Angriff durch Bildung von Bierstein verringern lassen. Von Zeit zu Zeit aber notwendig werdende gründliche Reinigungen, welche den Bierstein mehr oder weniger weitgehend entfernen sollen, legen immer wieder Kupfer frei und die Giftwirkung setzt von neuem ein.

Wenn nicht täglich gebraut und gesäuert wird, ist ein angemessener Sauergutanteil vor Abschluß des Säurungsprozesses abzunehmen, und am besten im Lagerkeller aufzubewahren, um die Bakterien durch die kalte Temperatur vor der vernichtenden Wirkung ihrer eigenen Säure zu schützen.

Wird gar längere Zeit mit dem Brauen ausgesetzt, so empfiehlt es sich, von dem Sauergut schon im Anfangszustand des Säurungsprozesses das benötigte Impfmateriel zwecks Kaltstellung zu entnehmen, da bei der erst geringen Säuremenge die Bakterien eine noch viel zu große Widerstandsfähigkeit besitzen und sich bei Kalttemperaturen länger lebens- und säuerungsfähig halten.

γ) Die Verschiebung des ph

Das Sauergut pflegt man zweckmäßigerweise so weit zu säuern, daß sich ein Gehalt an neugebildeter Milchsäure von 0,80—1,10 ergibt. Von dem Sauergut werden dann je nach den Umständen 1—2¼% zur Maische zugesetzt.

Der Zusatz kann zu irgend einem Zeitpunkt des Maischvorgangs geschehen. Erfolgt er gleich oder kurze Zeit nach dem Einmaischen, empfiehlt es sich, das Sauergut aufzukochen. Erfolgt er in die erste Maische, wird das vorherige Aufkochen überflüssig.

Die verschiedene Behandlung ist erforderlich, damit die im Sauergut vorhandenen großen Mengen von Milchsäurebakterien möglichst in der Maische nicht ihre Tätigkeit fortsetzen sollen. Wirken soll nur die Säure des Sauergutes selbst. Anderenfalls nicht übersehen werden kann, wie weit die lebend gebliebenen Bakterien die Säuerung in der Maische fortsetzen.

Ein Zusatz von 1½—2% Sauergut ist im allgemeinen imstande, das ph in der Vorderwürze mindestens um 0,2 zu verschieben. In besonders günstigen Fällen, wo das Sauergut einen reichlich hohen Säuregrad angenommen hat, und der Zusatz zur Maische gleich am Anfang erfolgt, so daß die Säure noch auf den Eiweißabbau stärker einwirken kann, als wenn der Zusatz zur ersten Maische, oder in einem späteren Stadium des Maischvorganges geschieht, kann das ph der Vorderwürze sogar bis um 0,4—0,5 verschoben werden.

Gleichwie beim Kochen der Würze im Hopfenkessel bei normalen Verhältnissen das ph um 0,1—0,2¹⁾ abnimmt, findet auch eine Abnahme statt, die sich etwa in denselben Grenzen bewegt, wenn die Maische gesäuert ist.

Nun kann aber die Zugabe des Sauergutes auch nach Beendigung des Maischens (zur Vorderwürze oder Kochwürze), und auch in der Weise geschehen, daß ein Teil zur Maische und ein Teil nach Beendigung des Maischvorganges zugesetzt wird. Im letzteren Falle kann vorteilhaft so verfahren werden, daß z. B. die Hälfte zur Maische und die andere Hälfte zur Würze zugegeben wird, oder die Zugabe in einem Verhältnis geschieht etwa so, daß die Maische ein Drittel und die Würze zwei Drittel, oder erstere zwei Drittel und letztere ein Drittel des Sauergutes erhält.

In der Hochschul-Brauerei wird die Säuerung in der Weise durchgeführt, daß auf den Sud berechnet 2¼% Sauergut verwendet werden. Ein Drittel wird zur Maische, zwei Drittel werden zur Würze zugesetzt. Das ph der Ausschlagwürze stellt sich damit auf 5,25—5,4 ein, und ist um 0,5 im Durchschnitt niedriger als das ph bei Nicht-Säuerung.

Der Zusatz zur Würze geschieht zweckmäßigerweise in den Grant oder in die Würzepfanne. Der frühzeitige Zusatz ist deshalb ratsam, weil die später im Verlauf des Kochens erfolgende Koagulation des Eiweiß die Bakterien einschließt, so daß sie mit dem Heißtrub sich absondern können, und nicht mit der Würze in den Gärbottich gelangen, was leicht der Fall ist, wenn das Sauergut im späteren Stadium der Kochung, oder gar kurz vor dem Ausschlagen zugesetzt wird, nachdem die Koagulation schon sich vollzogen hat, und nun eine Umschließung der Bakterien nicht mehr im vollen Umfange vor sich gehen kann. Wenn auch die Bakterien in abgestorbenem Zustand und selbst vielleicht auch nur in kleineren Mengen mit dem Würzelauf mitgenommen werden und in den Gärbottich gelangen, und einer Vermehrung nicht mehr fähig sind, so wird doch bei der Untersuchung von Bier und Hefe leicht Ungewißheit und Beunruhigung über etwaige Infektion hervorgerufen werden, da die Bakterien nicht ohne weiteres als tot zu erkennen sind.

Bei der Säuerung der Maische ist noch zu beachten, daß eine gewisse Unsicherheit bezüglich der Einstellung der Ausschlagwürze auf ein bestimmtes ph insofern gegeben ist, als die hinzukommenden Nachgüsse, sofern es sich um Karbonatwasser handelt, den Säuregrad wieder rückwärts verschieben, und damit in unkontrollierbarer Weise auf das ph der Ausschlagwürze einwirken können.

Ein guter Ausweg, der Vorteile und Nachteile der Maischesäuerung

¹⁾ Wird Vorderwürze für sich vier Stunden lang am Rückflußkühler gekocht, stellt sich eine wesentlich stärkere Abnahme ein. So fand J. Ambrosius bei Vorderwürzen der Hochschulbrauerei eine Abnahme um 0,4—0,45 ph .

einerseits und Würzesäuerung andererseits ausgleichen kann, ist in der kombinierten Säuerung gegeben.

Was indes hinsichtlich der Erreichung der für den einzelnen Betrieb günstigsten Verschiebung des ph in der Ausschlagwürze das zweckmäßigste ist, so lassen sich allgemeinhin dafür Regeln nicht aufstellen. Auf Grund vieler Vergleichssude in der Hochschulbrauerei kann die Säuerung der Maische dasselbe ph erbringen als die Säuerung der Würze, bzw. die kombinierte Säuerung. Verschiedentlich kann aber auch die kombinierte Säuerung bei gleichmäßiger Verteilung vorteilhafter sein.

Die Erfolge der Säuerung sind immer erst im Einzelfall zu studieren, um danach Art und Menge der Zugabe des Säuerungsgutes zu wählen, zumal zu berücksichtigen ist, daß die Beschaffenheit von Malz und Wasser dabei nicht ohne Bedeutung ist. Zu beachten ist indes allgemein, daß bei selbst ziemlichst genauer Arbeit und bei strengster Innehaltung des einmal gewählten Verfahrens nicht zu erreichen ist, immer gleiche oder annähernd gleiche ph-Werte zu erhalten.

Schon beim Maischen ohne jedwede Anwendung der künstlichen Säuerung treten Unterschiede in der Vorderwürze bis zu 0,25 ph, und in der Ausschlagwürze bis 0,15 ph auf. Bei der künstlichen Säuerung sind sie nicht minder unvermeidlich. Einige Zahlen aus den Ermittlungen der Hochschul-Brauerei bei einer großen Zahl von Suden mögen als Beweis dafür angegeben sein.

a) Normale Arbeitsweise ohne Säuerung:

ph der Vorderwürze 5,70—5,94; ph der Ausschlagwürze 5,6—5,74.

b) Durch Säuerung der Maische mit 1¼% Sauergut:

ph der Vorderwürze 5,57—5,70; Ausschlagwürze ph 5,48—5,60.

c) Durch Säuerung der Maische mit 2¼% Sauergut:

ph der Vorderwürze 5,35—5,50; ph der Ausschlagwürze 5,22 bis 5,40.

d) Durch Säuerung der Vorderwürze:

ph der Ausschlagwürze 5,32—5,46.

e) Versuchsreihe 1: Maische mit 1¼% gesäuert:

ph der Vorderwürze 5,50—5,71. Außerdem Würze mit 1¼% gesäuert: Ausschlagwürze 5,20—5,44.

Versuchsreihe 2 (wie bei Versuchsreihe 1 verfahren):

ph der Vorderwürze 5,60—5,68.

ph der Ausschlagwürze 5,20—5,30.

δ) Einwirkung auf die proteolytischen Enzyme

Bei der Würzesäuerung findet eine Lösung von Eiweiß nicht mehr statt. Als Angriffspunkt sind nur die gelösten Stickstoffkörper höherer Stufe, die kolloidalen Stickstoffkörper vorhanden. Sie können teilweise dem Abbau in niedrigere Stufen unterliegen. Mit ihrer Aufspaltung werden Teile der alkalisch reagierenden Gruppen beseitigt und mit der Ent-

stehung niedrigerer Gruppen zum Teil sauer reagierende Körper gebildet. Mit diesen Vorgängen geht dann ein Angriff auf etwa vorhandene Carbonate des Wassers und auf die sekundären Phosphate der Würze einher, wodurch sich ein ganzer Komplex von Faktoren vereinigt, die sämtlich in gleichem Sinne wirken, und damit zu stärksten Verschiebungen des pH nach der sauren Seite imstande sind.

Im Vergleich dazu spielen sich bei der Säuerung der Maische auch noch andere Vorgänge, die teils die proteolytischen, teils phosphatatischen Abbauprozesse umfassen, ab, und von Einfluß auf das pH sind.

Die proteolytischen Enzyme erhalten durch die erhöhte Säure eine verstärkte Angriffskraft auf das im Malz vorhandene unlösliche Eiweiß und bringen einen größeren Anteil davon in Lösung. Die Würze wird stickstoffreicher und nimmt sowohl an hochmolekularen wie niedermolekularen, an koiloidalen wie molekularen Stickstoffkörpern zu, so daß der Gehalt an dauernd löslichem Stickstoff bis um ein Drittel erhöht werden kann.

Im Vergleich zu den Vergleichssuden zwischen mäßiger und starker Betonung des Eiweißabbaus haben unsere Feststellungen bei den Säungsverfahren bezüglich des Verhältnisses zwischen dem dauernd löslichen Stickstoff und Formolstickstoff viel bessere Übereinstimmung ergeben.

Bei den Suden, bei welchen auf starke Betonung des Eiweißabbaus hingearbeitet wurde, stellte sich zum Teil das Verhältnis zwischen dem dauernd löslichen und Formolstickstoff auf den gleichen Stand ein, wie bei den Suden mit mäßiger oder schwacher Betonung des Abbaus; teils mehr oder weniger zugunsten oder auch ungunsten des Formolstickstoffs.

Bei den Säuerungssuden haben wir indes die Beobachtung gemacht, daß, wie auch die Säuerung der Maische ausfiel, ob schwächer oder stärker, und damit der dauernd lösliche und Formolstickstoff eine Zunahme erfuhr, das Verhältnis zwischen den beiden Gruppen bei sonst unveränderten Maischverfahren im großen und ganzen letzten Endes sich gleich blieb. Es ist deshalb nicht unberechtigt, daraus den Schluß zu ziehen, daß die Säuerung Lösung und Abbau in gleichem Maße beeinflusst, im Unterschied zu der Erzielung eines stärkeren Abbaus vermittelt Einsatz optimaler langdauernder Abbautemperaturen.

Vergleicht man nun aber die Wirkung der Säuerung der Maische mit der der Säuerung der Würze, so wird angenommen werden müssen, daß der proteolytische Angriff während des Maischprozesses nicht so weit in die niedrigen Stufen hineinführt, wie die Säuerung der Würze, trotzdem eine stärkere Lösung von Eiweiß stattgefunden hat. Die stärkere Lösung ist nicht imstande, das durch künstliche Säuerung erniedrigte pH noch weiter zu erniedrigen. Die kombinierte Wirkung von Lösung und Abbau von Eiweiß bei der Säuerung der Maische hat somit eine geringere

Bedeutung für die Beeinflussung des ph, als Umsetzungen zwischen den organischen Säuren und z. B. den Karbonaten des Wassers, wie die unter dem Einfluß dieser Säuren verstärkte Freimachung von Phosphorsäure aus den verschiedenen phosphorhaltigen organischen Stoffen.

Die Säuerung der Würze kann darum mehr dazu beitragen, durch den stärkeren Abbau der hochmolekularen Stickstoffkörper die Vollmundigkeit, sowie Schaumbeschaffenheit in Dichte und Beständigkeit herabzudrücken als die Säuerung der Maische.

ε) Einwirkung auf diastatische und andere Enzyme

Könnte dieses Moment schon zugunsten der Maischesäuerung angesprochen werden, so sind mit dem Säuern der Maische noch andere, sehr erhebliche, dem Praktiker sogleich in die Augen springende Vorteile verknüpft. Die Diastase erfährt, ihrem Optimum nahegerückt, stärkere Anregung, die sich in schnellerem Verlauf des Stärkeabbaus und erhöhter Bildung von Maltose ausdrückt. Die Biere erreichen einen höheren Endvergärungsgrad. Infolge des erhöhten Eiweißabbaus und der stärkeren Hemizellulosenaufspaltung, wahrscheinlich auch der stärkeren Pektinlösung, liegen die Treber lockerer. Die Würzen laufen schneller, klarer, meist auch mit feurigerem Aussehen ab. Alles das ist nicht ohne Einfluß auf das Verhalten der Würze beim Hopfenkochen und auf die Ausbeute.

Die weitgehendere Aufschließung des Malzes bringt mehr Extraktstoffe in die Würze, und hat damit eine, meistens nicht unbeachtliche Erhöhung der Ausbeute zur Folge, die unter Umständen bis zu 1% betragen kann.

ζ) Die Beeinflussung der Bruchbildung

Der Einfluß auf die Vorgänge in der Würzepfanne äußert sich, sowohl bei der Maische- wie Würzesäuerung, in ausgeprägter Weise in dem Sinne einer schnell eintretenden, stark flockigen Bruchbildung und auffallend feurigen Aussehens der Würze beim Ausschlagen.

Die koagulablen Stickstoffmassen werden bei beiderartiger Säuerung unter den gegebenen Pfannen- und Kochbedingungen vollständiger gefällt, was bekanntlich für die Klärung und Haltbarkeit des Bieres von großem Vorteil ist, wie von alters her dem zünftigen Brauer bekannt war und angestrebt wurde.

Diesen günstigen Einfluß hat die Säuerung der Würze allerdings nur dann, wenn sie im frühen Zeitpunkt der Kochung, noch besser schon im Grant erfolgt.

Die Ursache für die bessere und vollkommener Ausfällung des koagulablen Stickstoffs durch das Säungsverfahren ist in der näheren Heranrückung des ph an den isoelektrischen Punkt gegeben, in dem sich die positiven und negativen Ionen zahlenmäßig gleichkommen und damit die Ausfällung des Eiweiß am vollkommensten herbeiführen.

η) Die Säuerung und ihre zweckmäßige Anwendung

Die Säuerung der Ausschlagwürze über 5,2—5,3 ph hinaus zu betreiben, ist allgemein nicht ratsam, besonders dann nicht, wenn die Säuerung in der Würze geschieht, denn hierbei ist es nicht zu vermeiden, daß der Abbau zu weit in die niedrigen Stickstoffstufen hineinführt, und damit der Anteil an kolloidalen Stickstoffkörpern entsprechend vermindert wird. Damit verschieben sich aber grundlegende Voraussetzungen für die Vollmundigkeit, und es droht die Gefahr, daß das Bier derart an Geschmackskörpern, Rundung und Fülligkeit verliert, daß es im Trunk als leer schmeckend empfunden wird, und nicht befriedigt.

Das trifft allerdings nicht für all und jedes Bier zu, bzw. nicht für jeden Kundenkreis. Verschiedentlich liegen Erfahrungen vor, daß selbst Bier aus Würzen mit einem ph von 5,0—4,9 eine ausreichende Geschmacksrundung und guten Schaum aufwies, und der Kundschaft in jeder Hinsicht zusagte.

Immerhin müssen solche Fälle als Ausnahmen angesehen werden. Gutheißen könnte man eine so weitgehende Säuerung höchstens unter ganz besonderen Betriebsverhältnissen, die vor allem mit starken chronischen Infektionen (namentlich Sarzina) zusammenhängen. Hier wird unter Umständen eine so weitgehende Säuerung erforderlich, um die Infektion auf ein Maß zurückzudrängen, das eine ausreichende Haltbarkeit sicherstellt, die mit Rücksicht auf die Absatzverhältnisse besonders hoch sein muß.

Ob und inwieweit die Zweckmäßigkeit oder Notwendigkeit einer Säuerung als vorliegend zu betrachten ist, kann immer nur auf Grund genauster Prüfung der Betriebsverhältnisse und mit Rücksicht auf den Zustand des Bieres in seinen äußeren Eigenschaften und seiner Haltbarkeit entschieden werden.

Sicher ist, daß bei Verwendung von mehr oder weniger stark ausgeprägten Karbonatwässern durch die Säuerung die Vorgänge beim Maischen, Läutern und Hopfenkochen, sowie bezüglich der Ausbeute mit mehr oder weniger in die Augen springenden Vorteilen verbunden sind. Auch bei weniger ausgesprochenen Sulfatwässern sind diese Vorteile allermeist feststellbar.

Bei weichen Wässern wird ein Erfolg schon unsicher. Immerhin können sich aber auch hier Vorteile bemerkbar machen, wenn auch nicht in geschmacklicher Hinsicht, so doch leicht in biologischer.

Bei Verwendung weicher Wässer ist zu bedenken, daß die Säuerung weit leichter die Gefahr der Erzeugung geschmacksleerer Biere heraufbeschwört, und aus diesem Grunde schon sich eine Anwendung als weniger zweckmäßig erweisen dürfte. Überhaupt ist die Säuerungsfrage in jedem Betriebe erst vorsichtig anzufassen und durch eine Reihe von Vergleichsuden zu prüfen, ob Verfeinerungen gegenüber dem alten Bier vorhanden, und den Kunden der Brauerei erkennbar sind und zusagen.

Liegen die Verhältnisse in einem Betriebe für die Erzeugung eines haltbaren Bieres ungünstig, sind die Würzen schon der Gefahr der Infektion stark ausgesetzt, die Einrichtungen der Brauerei nicht günstig genug, um die Ansetzung von Infektionsherden in den Kellern zu verhindern, vor allem aber die Würzen an sich leicht anfällig, die Biere gegen die Infektionskeime nicht widerstandsfähig genug, dann ist in der Säuerung ein sehr wirksames Mittel gegeben, durch Erhöhung der Widerstandsfähigkeit der Würzen die Entwicklung von bierschädlichen Bakterien im Keim schon zu ersticken, oder doch so aufzuhalten, daß sie im weiteren Verlauf des Bierbereitungsprozesses sich nicht so vermehren, daß sie zu einer Gefährdung für das Bier werden ¹⁾.

2. Verwendung von biologisch gesäuertem Malz (Proteolytmalz)

Die Herstellung dieses Malzes geschieht nach dem Verfahren von Dixon ²⁾ in der Weise, daß Grünmalz in biologisch gesäuerter Malzwürze eingeweicht wird, und sich mit der von den Milchsäurebakterien erzeugten Säure tränkt. Die Bakterien werden beim Darren abgetötet.

Infolge des hohen Säuregehaltes, welcher bis 2% beträgt, ist schon beim Weichvorgang eine starke Schädigung der Diastase eingetreten, welche unter der Wirkung des Darrprozesses derart zunimmt, daß hier nun eine vollständige Vernichtung eintritt.

Von dem Malz maischt man in der Regel 3—5% zu dem gewöhnlichen Malz zu, das mit seinem hohen Diastasegehalt das nicht für sich allein verzuckerungsfähige Proteolytmalz mitverzuckern muß.

Die Verwendung kann auch derartig geschehen, daß man das Proteolytmalz für sich verschrotet, eine kalte Maische macht, und den klaren Auszug zur Maische, oder auch zur Würze zusetzt, das dicke Maischgut aber im üblichen Maischverfahren mitvermaischt.

Soweit bis jetzt Erfahrungen aus der Praxis vorliegen ³⁾, sind sie im allgemeinen als günstig anzusprechen. Fraglich dürfte es indes erscheinen, ob derartig starke Verschiebungen des ph's nach der sauren Seite zu erreichen sind, wie es durch Zusatz von Sauergut möglich ist, und

¹⁾ F. Schö n f e l d und W. H i r t stellten schon fest, daß die Änderung des Säuregehaltes des Bieres eine Rückwirkung auf die Haltbarkeit ausübt, daß mit der Erhöhung ein steigender Schutz gegen Bakterien gegeben ist, geringe Erhöhung des Säuregehaltes schon imstande ist, die Haltbarkeit unter Umständen wesentlich zu verbessern, und daß der Säureschutz schließlich so stark werden kann, daß jede Weiterentwicklung von Bakterien verhindert wird (Wochenschrift f. Brauerei 1911, Nr. 40, 41, 50, 51).

²⁾ D i x o n, Le petit Journal du Brasseur 1932, 1272; Vortrag von H. L l o y d H i n d.

³⁾ Th. H a j e k, Allg. Brauer- und Hopfenzeitung 1933, 825. — H. K ä m p f, Allg. Brauer- und Hopfenzeitung 1934, 297. — H. L ü e r s, Allg. Anzeiger f. Brauereien, Mälzereien und Hopfenbau 1934, 142, E. W e b e r u. a. m.

für gewisse Betriebsverhältnisse angestrebt wird. Denn es ist zu berücksichtigen, daß das Proteolytmalz infolge der Behandlung im Sauergut-Tauchprozeß beim Darren eine erhebliche Nachfärbung erleidet, so daß eine über eine gewisse Grenze hinausgehende Zumaischung für ganz lichte Biere nicht zugänglich wird.

V. Zusammenfassung

Der Zweck des Maischens ist die Lösung der im Malz schon in löslicher Form vorhandenen Stoffe, und die Aufschließung von noch nicht löslichen durch enzymatischen Abbau. Dabei sollen unter der Einwirkung von Temperatur und Zeit innerhalb eines für den Maischvorgang bestimmten Rahmens die Abbauvorgänge zielgemäß, wie es die jeweiligen Anforderungen an ein Bier verlangen, geregelt werden.

Ein geeignetes Brauwasser muß vorhanden sein. Bei ungeeigneten muß versucht werden, sie brauchbar zu machen, was je nach den Verhältnissen durch Entfernung der Karbonate bzw. durch Ausgleich der Karbonatschäden durch Gipsen oder künstliche Säuerung geschehen kann.

An wasserlöslichen Bestandteilen führt das Malz schon etwa 16—20%, auf 100 Teile Trockensubstanz bezogen, mit.

Außer diesen lassen sich noch durch den enzymatischen Abbau bis zu 60% und darüber in Lösung bringen.

Von den in Wasser unlöslichen Bestandteilen erfaßt der Abbau vor allem die Stärke, welche restlos umgewandelt werden muß, sodann Eiweiß, Phosphor- und Schwefelverbindungen, Hemizellulosen, teilweise auch noch Pektine.

Der Stärkeabbau steht, wie der Abbau der anderen Bestandteile unter dem Einfluß einer Reihe von durch das Malz wie durch das Brauwasser gegebenen Faktoren, die je nach Zeit und Temperatur den Abbau mengenmäßig und richtungsmäßig bestimmen.

Ausreichender Diastasegehalt, mürbe Beschaffenheit und entsprechende Schrotzusammensetzung des Malzes sind als begünstigende Faktoren zu werten.

Da das Optimum für die Schnelligkeit des Abbaus und das für die Zuckerbildung nicht unerheblich auseinanderliegen, im Optimalgebiet des Abbaus aber (71—73,5° C) ein für Bier zu hoher Gehalt an Dextrin erzeugt wird, andererseits in dem Optimalgebiet für Maltosebildung der Abbau von Stärke eine viel zu lange Zeit erfordert, ist ein dazwischenliegendes Gebiet (60—68° C) die günstigste Voraussetzung für höchste Maltosebildung bei kürzester Zeitdauer, welche praktisch immerhin 30—50 Minuten betragen muß. Wird dieses Temperaturgebiet schnell übergangen und werden die Maische-Ruhepunkte darunter oder darüber gelegt, tritt die Maltosebildung zurück und die Dextrinbildung nimmt zu.

Wie die Maischverfahren auch gewählt werden, so läßt sich doch kaum ein günstigeres Maltose/Dextrinverhältnis erzeugen wie etwa 67 : 33. Das ist aber nur erreichbar, bei Vorhandensein ausreichender Diastasemengen, angemessener Einwirkungszeit derselben und passender Reaktion der Maische. Als passend ist ein pH-Gebiet von 5,8—5,3 anzusehen. Wird dieses z. B. durch Verwendung von ausgesprochenen Karbonatwässern mit hohem Karbonatgehalt überschritten, oder durch Säurungsverfahren unterschritten, so beginnen sich sofort Hemmungen bei dem diastatischen Abbau einzustellen, die sich vornehmlich dahin auswirken, daß ein Sinken des Maltosegehaltes, und damit eine Erniedrigung des Endvergärungsgrades eintritt.

Einem teilweisen Abbau unterliegen auch die Hemizellulosen (Pentosane, Hexosane und Lichenin), während die Pektine mehr durch Hitzeeinwirkung in Lösung gehen. Sie alle stellen Substanzen dar, welche verstärkend auf Schaum und Vollmundigkeit wirken, und nicht ohne Einfluß auf die Flockung der Hefe bleiben.

Der hydrolytische und enzymatische Abbau des Stickstoffs war seit langem Gegenstand der wissenschaftlichen Forschung. Doch standen die Ergebnisse wegen der unzulänglichen Methoden vielfach im Widerspruch miteinander. Erst die letzte Zeit hat vollkommenere Methoden entstehen lassen, die es gestatten, einen genaueren Einblick in die Abbauvorgänge und etwaige gesetzmäßige Beziehungen zueinander zu gewinnen.

So hat man erkannt, in wie erheblichem Maße der Abbau in Menge und Art von einer Reihe von Umständen abhängig ist, wie:

Eiweißgehalt der Gerste,
Gehalt an proteolytischen Enzymen im Malz,
Lösungsgrad des Malzes,
Schrot-Wasserverhältnis,
Temperatur und Zeit,
Schonung oder Vernichtung der Enzyme,
Anregungs- oder Hemmungsstoffe.

Aus eiweißreichen Gersten lassen sich, geeignete Mälzung vorausgesetzt, enzymreichere Malze erzeugen. Ist indes nicht damit zugleich gute Lösung und mürbe Beschaffenheit verbunden, können Malze aus eiweißarmen Gersten, wenn sie mürbe sind und bei sachgemäßer Führung gute Blattkeimlänge aufweisen, zu einem weitgehenderen Abbau gelangen, ohne daß durch entsprechende Temperatur und Zeit auf starke Betonung (sog. Eiweißbrast) hingearbeitet wird.

Schafft man indes für den Abbau günstigste Voraussetzungen durch entsprechende Temperatur und Zeit, dann läßt er sich bei Malzen aus eiweißreicherer Gerste weiter führen als bei solchen aus eiweißarmer; selbst bester Lösung, da letztere wesentlich weniger überhaupt noch abbaufähigen Stickstoffs enthalten.

Bei dickerem Maischen erfolgt ein etwas stärkerer Abbau als bei dünnem.

Von größtem Einfluß ist die Temperatur, welche optimal in dem Gebiet von 50—60°C wirkt. Hier werden die größten Mengen an löslichem Stickstoff überhaupt erzeugt, während das Optimalgebiet für dauernd löslichen Stickstoff um wenige Grade höher, und das für den Formolstickstoff um wenige Grade niedriger liegt.

Erheblichen Einfluß hat die Zeit. Die Abbaukurve steigt anfänglich ziemlich steil an, um dann verhältnismäßig schnell abzuflachen. Immerhin kann noch bei einem etwa dreistündigen Abbau an dauernd löslichem Stickstoff 50% und mehr im Vergleich zu einer einhalbstündigen Abbauzeit in Lösung gebracht werden.

Temperatur und Zeit verlaufen in ihren Auswirkungen verschieden. Bei niedrigen Temperaturen und längerer Einwirkungszeit können größere Mengen von dauernd löslichem Stickstoff gelöst werden, als bei höheren Temperaturen mit kürzerer Zeit. Temperaturen, welche über die Optimalzone hinausgehen, können bei längerer Zeitwirkung mehr dauernd löslichen Stickstoff lösen, als die Optimaltemperatur bei kürzerer Zeit.

Die Optimaltemperaturzonen verschieben sich mit der Einwirkungszeit. Sie neigen bei kurzer Dauer nach oben, und bei längerer nach unten in der Zone. Das gilt für den gesamtlöslichen, wie dauernd löslichen, und auch für den Formolstickstoff.

Mit längerer Abbauzeit nimmt auch der Formolstickstoff zu. Doch verschiebt sich dabei das Verhältnis zwischen dauernd löslichem und Formolstickstoff mit steigender Temperatur mehr und mehr zuungunsten des letzteren.

Wie auch gemaischt wird, es reicht der Gehalt an Formolstickstoff nie oder kaum an die Hälfte des dauernd löslichen Stickstoffs heran.

In gleicher Weise wie beim Formolstickstoff geht auch das Verhältnis von dauernd löslichem zum koagulierbaren Stickstoff mit steigender Temperatur zuungunsten des koagulierbaren zurück.

Von den Maischmethoden ist es abhängig, inwieweit eine Enzymschonung oder -vernichtung stattfindet.

Kochmaischen vernichten, und dann um so mehr, je niedriger eingemaischt, und je früher Kochmaischen gezogen werden. Die Vernichtung wird um so geringer, je höher die Temperatur ist, bei der das Ablassen der ersten Kochmaische erfolgt.

Abgesehen von den Infusionsverfahren mit aufwärtsmaischender Temperatur kann ein Ein-Maischverfahren das schonendste sein, wenn bei niedrigen Temperaturen eingemaischt, und die Kochmaische erst nach Aufwärmen auf hohe Grade gezogen wird.

Bei dem Drei-Maischverfahren kann, seiner Eigenart entsprechend, eine so weitgehende Schonung nicht eintreten, weil bei verhältnismäßig niedrigen Temperaturen schon die erste Kochmaische gezogen wird.

Bei den Kochmaischen wird Stickstoff ausgefällt, und dem wertvollen Abbau entzogen.

Bei dem Infusionsverfahren entfällt diese Entziehung, höchstens, daß Teile vom Leukosin ausfallen, und es kann deshalb noch ein weiterer Abbau des der Koagulation entzogenen Stickstoffs stattfinden.

Hemmungstoffe einerseits, und Anregungstoffe andererseits, greifen mit regulierend in den Abbau ein. Sie finden in der Wasserstoffionenkonzentration einen unverkennbaren Ausdruck.

Das günstigste ph-Gebiet erstreckt sich von 4,2 bis auf etwa 5,3; in welchem indes die Mitwirkung der Peptidase wegen des zu sauern Gebietes zweifelhaft erscheint.

Die Kulminationspunkte des optimalen ph-Gebietes sind wie die der Temperatur von der Zeitdauer, aber auch von der Konzentration abhängig.

Unabhängig von der Höhe des ph steigt der Gehalt an Formolstickstoff mit steigender Temperatur. Im Optimalgebiet selbst findet sowohl stärkste Zunahme des dauernd löslichen, wie des Formolstickstoffs statt.

Kurzes Maischen bei günstigem ph kann mehr dauernd löslichen Stickstoff bilden, als längeres Maischen bei ungünstigem ph, wenn gleiche Maischverfahren zur Anwendung kommen. Unübersichtlich werden aber die Abbauvorgänge, wenn die Verfahren verschieden sind.

Gegenüber dem proteolytischen Abbau bei bestimmten unveränderten Temperaturen, nimmt der Abbau im Aufmaisverfahren ohne bzw. mit Ruhepausen einen etwas anderen Weg.

Beim Kongreßverfahren werden aus dem unlöslichen Stickstoff noch 9—16%, bei den Maischverfahren in der Praxis unter Umständen noch etwas mehr gelöst. Kommen durch die Mälzung etwa 22—30% des unlöslichen Stickstoffs der Gerste durch enzymatischen Abbau in Lösung, so werden beim Maischen etwa 7—13% des unlöslichen Gerstenstickstoffs aufgeschlossen.

Einschließlich des im Malz vorgebildeten löslichen Stickstoffs und des beim Maischekochen ausgefallten Anteils gehen durch den Maischvorgang etwa 35—53% des Gesamtstickstoffs des Malzes in Lösung.

Starke Betonung des Abbaus führt zwar zu stärkerer Lösung, d. h. Bildung von löslichem Stickstoff überhaupt, nicht aber auch stets zu gleich starker Bildung von Formolstickstoff.

Durch starke Betonung des Abbaus kann man aus schlecht gelösten Malzen erheblich mehr Stickstoff aus dem unlöslichen Zustand in Lösung bringen, als aus gut gelösten. Bei ersteren kann das Mehr bis zu 22% an ges. löslichem Stickstoff, und bis zu 25% an Formolstickstoff betragen.

In die Vorderwürze gehen an Koagulatstickstoff 5—9% über.

Gleich der Zunahme an dauernd löslichem und Formolstickstoff nimmt mit steigender Temperatur und Ausdehnung der Maischzeit auch der Gehalt an Kohle-, Magnesiumsulfat- und Tanninstickstoff zu.

Die größten Mengen an diesen hochmolekularen Stickstoffkörpern bilden sich bei den höchsten Maischtemperaturen.

Trotz absoluter Steigerung der kolloidalen Stickstoffkörper bei Ausdehnung der Maischzeit wird das Verhältnis derselben zum dauernd löslichen Stickstoff ungünstiger.

Die Bildung von kolloidalen Stickstoffkörpern nimmt auch mit der Verschiebung des ph nach der sauren Seite zu.

Wie auch das Malz beschaffen ist — abgesehen von Überlösung —, und in welchem Ausmaße auch auf den Abbau von Stickstoff unter den für die Praxis in Frage kommenden Verhältnissen hingearbeitet wird, wächst noch mit zunehmender Lösung der Gehalt an hoch- und mittel-molekularen Stickstoffkörpern. Unter fast allen Umständen überwiegen sie gegenüber dem Formolstickstoff. Das trifft sowohl für schlechte wie auch für gut gelöste Malze zu.

An den aus dem Malz gewonnenen Stoffen ist der Stickstoff nur in verhältnismäßig geringer Menge beteiligt. In die Vorderwürze gehen etwa 3,5—6 g Eiweiß aus 100 g Malz in Lösung.

Die Eiweißstoffe sind stärkste Träger der Schaumhaltigkeit. Wenn auch die Tatsache als richtig anzuerkennen ist, daß Malze aus eiweißreicheren Gersten für die Erzeugung schaumkräftiger Biere geeigneter sind, als die aus eiweißarmen, so vertrete ich auf Grund eigener Erfahrungen, aber auch unterstützt durch Beobachtungen von anderer Seite den Standpunkt, daß auch Malze aus eiweißarmen Gersten, sofern sie in der richtigen Weise durch Kaltführung gemälzt sind, Biere mit ausgezeichnetem Schaum liefern können. Dabei soll das Malz durchaus einwandfreie, gute Lösung besitzen. Es kann auch unter Anwendung starker Betonung des Eiweißabbaus vermaischt werden, da immer noch die hochkolloidalen Stickstoffkörper gegenüber den niedrigen überwiegen. Zu gut gelösten Malzen wird man indes eine vorsichtiger Behandlung beim Maischen angedeihen lassen müssen, weil sich einesteils schon beim Mälzen reichlich viel von den niedrigen Polypeptidstufen gebildet haben dürften, und vielleicht auch an Peptidase, die ebenfalls reichlich entstanden ist, wesentliche Mengen trotz der Vernichtung beim Darren übrigbleiben, die eine weitere Aufspaltung in die niedrigsten Abbaustufen herbeiführen, und damit die Anteile an Schaumträgern vermindern.

Der Lösung unterliegen Bitterstoffe und die (teilweise bestrittenen) Gerbstoffe, die in Spelze und Testa vor allem vorkommen dürften, und als Verbindungen mit Kieselsäure usw. und in Adsorption mit Stickstoffkörpern angenommen werden können.

Aus organischen Komplexverbindungen werden durch besondere Schlüsselenzyme Schwefel und Phosphor oxydatisch herausgelöst, die sich dann mit Alkalien und Erdalkalien zu neuen Verbindungen, vornehmlich saurer Natur, zusammenschließen. Damit vollzieht sich eine Erhöhung der löslichen anorganischen, besonders phosphorsäuren Salze.

Durch den enzymatischen Abbau beim Maischen steigt die Titrationsazidität und -alkalität, sowie die Pufferung, und es nimmt das ph ab.

Diese Vorgänge erleiden eine Verschiebung, sofern Wassersalze dazwischentreten.

Karbonatwässer verringern, ausgesprochene Gipswässer mit stark überwiegendem Gipsgehalt erhöhen die Azidität. Erstere erhöhen, letztere vermindern das ph. Beide aber vermindern die Pufferung.

Unter diesen Einflüssen entsteht ein breites ph-Gebiet, das sich von etwa 6,3 bis auf 5,6 beim Maischen ausdehnt.

Ein möglichst niedriges ph zu erzeugen ist aus verschiedensten Gründen anzustreben. Weiche Wässer, ferner Wässer mit einem sehr günstigen Gipskarbonatverhältnis sind Voraussetzungen dafür. Die Entkarbonisierung und das Gipsen machen vielfach ungeeignete Wässer brauchbar.

Ein wesentlich wirksames Mittel zur Herabsetzung des ph's ist auch in der biologischen Säuerung durch Baz. Delbrücki gegeben, welche in der Weise Anwendung findet, daß zuerst ein Sauergut von bestimmtem Säuregrad hergestellt, und dieses im Verhältnis von 1—2½% der Maische, bzw. Würze zugesetzt wird. Der Zusatz zur Maische hat vor dem Zusatz zur Würze dadurch noch unter Umständen besondere Vorzüge, daß durch die Säurerhöhung die enzymatische Abbauwirkung auf Stärke und Eiweiß gefördert wird. Im übrigen sind beide Arten des Zusatzes insofern von gleicher Wirkung, als sie zu einer schnelleren, kräftigeren und vollkommeneren Flockung von Eiweiß führen.

Am wirksamsten ist der Säurezusatz unmittelbar nach dem Einmaischen, oder beim Beginn des Würzelaufs.

Während unter den üblichen Verhältnissen durch das Hopfenkochen nur eine ph-Abnahme von 0,1—0,2 eintritt, wird durch die künstliche Säuerung bei der bezeichneten Art schon eine Abnahme von 0,4—0,5 erreicht.

Das ph über 5,3 oder 5,2 in der Ausschlagwürze gemessen, hinauszuschieben, wird vielfach aber bedenklich, da es zu einem zu weiten Abbau des Stickstoffs führt, und damit Schaumbildung und Vollmundigkeit beeinträchtigt. Eine so weitgehende Verschiebung nach der sauren Seite ist auch deshalb nicht erforderlich, als zwecks Schaffung von erheblichem Schutz gegen Bierschädlinge wie Sarzina schon ein ph von 5,4—5,3 nützlich, und nur in besonders schweren Infektionsfällen ein niedrigeres ph notwendig wird.

Statt der Säuerung der Maische und Würze mit B. Delbrücki kann auch mit B. Delbrücki gesäuertes Malz (Proteolymalz) angewandt werden, das aber wegen der Beschränkung des Zusatzes eine so weitgehende ph-Verschiebung wie das erstere Verfahren nicht erreichen läßt.

Kapitel III

Das Maischen und seine praktische Handhabung

A. Die Entwicklung bis zu Muntz-Zeit (1830)

1. Älteste Verfahren bis 1000

Backen und Brauen gehörten bis in die neuere Zeit eng zusammen. Sprachlich sowohl wie begrifflich lassen sich diese Beziehungen bei den alten Kulturvölkern Asiens und Afrikas, ebenso, wie bei den nordischen, indogermanischen nachweisen. Brot und Brauen sind beide auf denselben sprachlichen Urstamm zurückzuführen. Braustätte und Backstätte lagen im Hause unmittelbar nebeneinander. Der Bäcker war der Brauer, und Bakchos (Bacchus) der Gott der Bäcker, des Bieres.

Gebackene Brote verwandten die Babylonier und Ägypter, durchkneteten sie, und brühten sie mit heißem Wasser auf. Die Babylonier kochten sogar die Masse ¹⁾).

Wenn auf diese Weise die Gewinnung einer süßen Würze möglich wurde, so war das darauf zurückzuführen, daß beim Backen der Brote sich schon eine weitgehende Umwandlung der Stärke in Zucker vollzogen hatte.

Die Verwendung von Broten kehrt bei unseren nordischen Vorfahren nicht wieder. Sie verwenden gekeimtes Getreide, welches sie an der Luft trocknen. Zerstampfen es, verrühren es mit Wasser zu einem Brei, gießen nach und nach heißes Wasser dazu, bringen nach einiger Zeit die heiße Masse, wie die alten Kulturvölker des Südens, in geflochtene Körbe, und lassen die Würze ablaufen.

Nach und nach weitet sich die Methode der Würzebereitung mehr aus.

Ein Kessel dient zum Wasser- und Maischekochen. Ein hölzerner Bottich mit Zapfloch im Boden bildet das Maisch- oder Meeschgefäß. Ein dritter wird als Seihbottich verwandt.

Die Kesselfeuerung ist aber in vielen Ländern noch nicht bekannt geworden. Hier hat sich noch die Steinbrauerei erhalten, nach der selbst am Anfang des 18. Jahrhunderts noch in Kurland gebraut wurde, und die vereinzelt bis in die allerjüngste Zeit noch an isolierten Stätten bei slawischen Völkern in Gebrauch war.

Das Dreigeschirr-Sudzeug war die Anlage, die nach Ekkehard jedenfalls im 9. Jahrhundert noch nicht bestand, da in dem berühmten Kloster St. Gallen noch Weidenkörbe zum Abseihen verwandt wurden.

¹⁾ Veröffentlichungen der Gesellschaft f. d. Geschichte u. Bibliogr. d. Brauw. 1926. Dr. H u b e r, Bier und Bierbereitung bei den Völkern der Urzeit.

den, während aber schon von einem Braukessel die Rede ist, welcher vier kleine Feurungen besaß ¹⁾).

2. Die Anfänge der technischen Gestaltung der Sudhausarbeit

In dem **Drei-Geschirr-Sudzeug** sind nun die ersten Anfänge der späteren technischen Sudhausgestaltung zu suchen.

Die Verfahren, nach denen man zu brauen pflegte, waren, wie sich aus den verschiedenen, vielfach sehr eingehenden geschichtlichen Darstellungen ersehen läßt, sehr unterschiedlich ²⁾).

Um nur einige herauszugreifen, seien folgende kurz besprochen: z. B.:

Wasser wird in der Braupfanne gekocht, und in den Maischbottich übergefüllt, dann das in Mörsern zerstampfte Malz zu dem heißen Wasser zugeschüttet, und nun kräftig durchgemischt. Alsdann wird die Maische wieder in die Braupfanne zurückgefüllt, unter Umrühren zum Kochen gebracht, und gründlich durchgekocht bis zum Klarwerden. Unterdessen hat man den Hopfen gekocht, und ihn durch einen Weidenkorb abgeseiht, der entweder mit Stroh gefüllt, oder mit Tüchern ausgelegt war. Die Maische ist inzwischen in den Seihbottich herübergeschöpft, welcher entweder mit Langstroh ausgelegt, oder mit einem kreuzweis gefertigten Holzgestell auf dem Boden bedeckt war, über welches noch eine doppelte Schicht von Hölzern gelegt wurde, die etwa fingerbreit aufeinanderlagen. Auf dieses Läutergestell hatte man schon den gekochten Hopfen geschüttet und sorgfältig ausgebreitet, um eine gute Läuterschicht zu erhalten.

Man arbeitete auch folgendermaßen: Zuerst wurde das gestampfte Malz in den Maischbottich geschüttet, mit kaltem Wasser vermischt, und mit gekochtem, heißen Wasser übergossen. Nachdem die Masse wieder durchmischt war, wurde sie unter ständigem Rühren zum Kochen gebracht, und kräftig durchgekocht.

Über das **Steinbrauen** entnehmen wir eine Darstellung von R. Freytag ³⁾), nach der wie folgt verfahren wurde: Zuerst wird stark gekochtes Wasser in den Maischbottich gegossen, das Malz dazugegan und durchgemischt, worauf von neuem Malz zugegeben, wieder mit gekochtem Wasser übergossen, und durchgerührt wurde. So verfuhr man weiter, bis das ganze für den Sud bestimmte Malz verarbeitet war. In der Zwischenzeit waren kopfgroße Feldsteine bis zur Rotglut erhitzt, die

¹⁾ R. Knoblauch, Braugeschichtliches aus dem alten Kloster St. Gallen.

²⁾ Gesellschaft für die Geschichte und Bibliographie des Brauwesens, Jahrbücher 1928—33.

³⁾ Gesellschaft für die Geschichte und Bibliographie des Brauwesens, Jahrbuch 1931. Aus Dr. R. Freytag, Großes vollständiges Universallexikon aller Wissenschaften und Künste, Bd. 3, 1733 von S. H. Zedler.

man nun einige Male mit eisernen Gabeln durch die Luft schwenkte und dann in die Maische senkte, die dadurch zum Kochen kam, und auch wieder kräftig durchgekocht wurde. Zum Seißen der Maische diente gekochter Hopfen, welchen man zwecks Auslaugung mit wenig Wasser in einem Kessel übergossen, mit Stroh dann überdeckt, darauf ein Brett gelegt und dieses mit einem Stein beschwert hatte. Das Kochen dauerte so lange, bis das Wasser fast vollständig verdampft war.

Bemerkenswert ist bei all diesen Verfahren, daß das Aufbrühen der gesamten Maische bis zum Kochen erfolgte, und daß man die Maische auch gründlich durchkochte, um gut aufzuschließen. Was in Lösung ging, bzw. nicht in Lösung ging, blieb unbeachtet. Wollte man dickere Biere brauen, maischte man dicker und goß kein oder wenig Wasser auf die Treber. Wollte man dünnere brauen, goß man mehr Wasser über die Treber, nahm auch wohl nur die Nachgüsse allein, oder maischte dünner ein.

3. Die Stärke des Bieres

Es ist nun von Interesse zu wissen, wie stark die Biere waren, welche man nach diesen, immerhin noch reichlich unvollkommenen Verfahren herstellte. Da sind nun Angaben von B. Scharl¹⁾, welche brauchbare Unterlagen geben, aus denen sich nicht nur annäherungsweise die Stärke des von ihm gebrauten Bieres errechnen läßt, sondern auch unter angemessener Übertragung seiner Aufzeichnungen über Schüttmenge, Wassermenge und Bierzug die Stärke von Bieren früherer Zeit.

Scharl gibt eine Sudvorschrift, nach der er aus 100 kg Malz etwa 440 Liter Bier (ohne Nachbier) von ungefähr 9% Stammwürze herstellt. Diese Angabe von der Bierstärke ist natürlich nur ein Ausschnitt aus der Vielseitigkeit der Bierverhältnisse, wie sie jahrhundertlang bestanden.

Ein solches Bier galt schon als eine Art Schwachbier, welches von Pater Johann Kaindl²⁾ nicht anders als minderwertig angesehen wurde. Ein gutes Bier war nach ihm von ganz anderer Stärke, welche man unter Anwendung der Scharlschen Aufzeichnungen zu etwa 15 bis 17% Stammwürze annehmen kann.

Solche Biere braute man z. B. um das Jahr 1600 in den Klöstern, hielt aber diese Stärke nicht über Jahrhunderte durch. Schon um 1700 herum waren sie nur noch halb so stark, und um das Jahr 1800, wo die Kaindlschen Aufzeichnungen gemacht worden sind, hatten sie nur noch etwa eine Stärke von 5—6%. Selbstverständlich sagten solche Biere nicht mehr zu, zumal sie in kurzer Zeit sauer und abschmeckig wurden.

¹⁾ Benno Scharl, Beschreibung der Braunbierbrauerei im Königreich Bayern; aus seinem Nachlaß 1814.

²⁾ Jahrbuch 1929 der Gesellsch. f. d. Geschichte und Bibliogr. d. Brauwesens. Beiträge zur Geschichte des Klosterbrauwesens von I. Poll, nach Aufzeichnungen von P. Kaindl aus dem Kloster Prüfening 1790—1803.

Inwieweit der Abbau der Stärke und die Umwandlung in Maltose-Dextrin bei diesen Maischverfahren Platz gegriffen haben, vermochte man noch nicht festzustellen. Hier ist man nur auf brautechnische Überlegungen angewiesen.

4. Überleitung in systematische Arbeit (Dekoktionsverfahren)

Es wurde aufwärts gemaischt. Entweder, indem man nach und nach kochend heißes Wasser in Eimern zugoß, oder bzw. auch mit gekochter Teilmaische so verfuhr. Man wußte schon, daß Vorsicht anzuwenden war und die Maische nicht sogleich verbrüht werden durfte. Das Maischen nahm also immerhin längere Zeit in Anspruch. Die Enzyme hatten reichlich Gelegenheit zum Abbau, ehe sie durch die höheren Temperaturen und die Kochung vernichtet wurden. Daß der Abbau dennoch nur ein unzureichender sein konnte, ist selbstverständlich, da eine wissenschaftliche Kontrolle noch nicht ausgeübt werden konnte. Ich kann mir aber wohl denken, daß ein Malz auf diese Weise unter Umständen bis auf 65—70% seines Extraktes hergab. Daß bei vielen Malzen eine solche Ausbeute nicht erreicht worden ist, dürfte ebenfalls wohl zutreffend sein. So klagt z. B. Pater Kaindl darüber, daß nur selten gutes Malz gemacht würde, er aber darauf sehe, daß das Malz auf der Tenne so geführt werden müsse, daß es mild wird, so daß man wie Kreide damit schreiben könne. Nur mit einem solchen Malz ließe sich lauterer Bier herstellen, nicht aber aus kurz gewachsenem. Nicht bloß kurz gewachsenes Malz ist hart, sondern Malz jeder Art, auch mürbes, könnte leicht bei der besonderen Darrart auf den Holzhorden hart werden, da die Darrzeit sich auf 6—7 oder auch 8 Tage erstreckte, bis das Malz trocken wurde, infolgedessen durch die hohe Temperatur in dem feuchten Malze noch starke Zuckerbildung erfolgte und so Zuckerhärte entstand.

Bemerkenswert ist ferner, daß die Würze bei diesen Sudführungen nicht gekocht, sondern gleich nach dem Abseihen in Backtrog- oder kahnartige Holzbütten zum Zweck der Abkühlung gefüllt wurde.

Mehr als das Drei-Geschirr-Sudzeug führt sich das z w e i g e s c h i r r i g e ein. Der Maischbottich bleibt Läuterbottich. Der Wasserkessel wird zugleich Maische- und Würzekochkessel. Der Maischbottich erhält einen regelrechten Seiheboden aus Holz, später auch aus Kupfer.

Das Maischverfahren gestaltet sich mehr und mehr zur systematischen Brauart.

Das Dekoktionsverfahren tritt in seinen ersten Anfängen hervor. Man arbeitet mit Dickmaischen und Lautermaische, kocht die Teilmaischen, nicht aber die gesamte Maische. Teils macht man zwei, teils auch drei Dickmaischen und eine Lautermaische, von der Erfahrung geleitet, daß die Aufschließung um so besser wird, je mehr Maischen gekocht werden.

Erst später wird „Dickmaische“ der Ausdruck für die dickere Masse des Maischgutes, die sich am Boden abgesetzt hat.

Dickmaische ist hiernach keineswegs von dem wässerigen Teil abgetrennte dicke Maische, sondern das ges. durchmischte Maischgut. Unter „Lautermaische“ bezeichnete man, wie auch jetzt noch, den mehr wäßrigen Teil, der sich von der dickeren Masse abgetrennt hat.

Nach B. Scharl, dem bayrischen Braumeister und Ökonomie-Verwalter, zuletzt (1787—1812) in Grünbach in der Nähe von Salzburg, sollte z. B. folgendermaßen gemaischt werden: Das Malz wird in kaltes Wasser eingetragen, durchgemaischt, und einige Stunden (entsprechend dem späteren Vormaischverfahren) der Ruhe überlassen. Alsdann wird gekochtes Wasser zugefüllt, und damit unter stetigem Durchkrücken die erste Dickmaische gemacht. Dieses Zubrühen eingerechnet stellte sich das Schrot-Wasserverhältnis auf 1 : 9, d. h. es wurde sehr dünn gemaischt. Darauf wird der Wasserkessel, in welchem das Wasser zum Aufbrühen gekocht worden war, mit Maische vollgefüllt, und die Maische (erste Dickmaische) $1\frac{1}{2}$ Stunden gekocht. Nach dem Kochen wird sie zur Bottichmaische unter ständigem Durchkrücken herübergeschöpft. So entsteht die zweite Dickmaische. Diese bleibt nun etwa eine halbe Stunde in Ruhe, worauf eine Lautermaische in den Grand abgelassen, und von da in den Kessel übergeschöpft und gekocht wird. Schließlich wird auch die Lautermaische zum weiteren Aufmaischen der Bottichmaische übergeschöpft, was langsam, etwa in $\frac{1}{2}$ Stunde, geschehen soll. Bis man mit dem Abseihen beginnt, bleibt die Maische 1—2 Stunden der Ruhe überlassen.

5. Die Einführung des Thermometers und des Drei-Maisch-Verfahrens

Die Kontrolle der Maischarbeit durch Thermometer wird aber von Scharl noch nicht ausgeführt, obwohl das Fahrenheit-Thermometerschon 1709, das Réaumur-Thermometer 1730 und das Celsius-Thermometer 1742 erfunden worden war, und Scharl doch das Réaumur-Thermometer in der Mälzerei und im Gärkeller benutzte.

Die Kontrolle wendet dann aber Paupie¹⁾, zuerst Braumeister in Ginonitz, später in Brünn, an. Er mag wohl als der erste gelten, welcher unter genauer Festlegung der Temperaturstufen nach dem auch bis auf die heutige Zeit erhaltenen Drei-Maischverfahren arbeitete. Er gibt z. B. folgendes Schema für sein nach vielen Versuchen endlich festgelegtes Verfahren an: Mit Wasser von 32° R (40° C) wird eingemaischt, und mit heißem Wasser die Temperatur auf 37° R (46° C) gebracht, mit der ersten Maische, welche 25 Minuten kocht, auf 55° R

¹⁾ F. A. Paupie, Die Kunst des Bierbrauens, 1. und 2. Teil, 1794; 3. Teil, 1821.

(69° C) aufgebrüht; mit der zweiten Maische, welche 20 Minuten kocht, auf 58° R (72,5° C), und mit der letzten Maische, die 10 Minuten kocht, auf 63° R (79° C) aufgebrüht und abgemaischt.

Diese Methode, bei welcher mehrere Dickmaischen (unter Umständen bis zu 4) gekocht werden, galt nach Paupie als die böhmische.

Ob Paupie im Recht ist, wenn er sie als böhmische bezeichnet, ist zweifelhaft, da auch P. Kaindl in seinen Aufzeichnungen angibt, daß in Prüfening nach dem Drei-Maischverfahren gearbeitet wird, und Scharl ja auch danach arbeitet; das Verfahren demnach in Bayern ebenso bekannt ist, wie in Böhmen. Es könnte deshalb eher als bayrisches bezeichnet werden, da auch Muntz es als bayrisches bezeichnet.

Sollte aber Paupies Ansicht richtig sein, so kann man annehmen, daß eine Übertragung aus Böhmen mit dem in früheren Zeiten erfolgten Eindringen des weißen Bieres in Bayern stattgefunden hat. Das scheint aber nicht minder unentschieden zu sein.

6. Das Maischekochen und Läutern

Der Maischarbeit und der Temperatursteigerung wurde in immer erhöhtem Maße Bedeutung beigemessen. Man erkannte den nachteiligen Einfluß der Abkühlung nach dem jeweiligen Zubrühen der Kochmaische, und suchte ihr durch entsprechende Maßnahmen zu begegnen. In primitivster Weise geschah das durch Einwerfen von heißen Steinen. Ein besseres Mittelfand man dann in dem Bedecken des Maischbottichs mit einem Holzdeckel¹⁾.

Das Kochen von Maischen wurde indes keineswegs allgemein als notwendig oder berechtigt erachtet, wie sich z. B. auch Krünitz (Ökonomische Enzyklopädie, 5. Teil 1790) zu dieser Auffassung bekannte.

Mehr und mehr richtete sich das Bestreben auch darauf, nur klare Würze in die Pfanne laufen zu lassen. Der Grand diente als Zwischen-Sammelbottich, in welchem der trübe Vorlauf aufgefangen wurde, um in den Maischbottich wieder zurückgeschöpft zu werden.

Der Grand hatte aber nicht nur diesen Zweck. Er wurde auch als Sammelgefäß für die klare Würze benutzt. Vor allem war er da notwendig, wo die Pfanne, wie es vielerorts der Fall war, in einem zu großen Mißverhältnis zum Maischbottich stand.

Nach Scharl sollte ein passendes Verhältnis zwischen Maischbottich, Pfanne und Grand so sein, daß die Pfanne etwa halb so groß ist, und der Grand etwa ein Viertel des Inhalts vom Maischbottich faßt. Die Pfannen sind aber oftmals noch kleiner, vielfach so klein, daß in mehreren Abschnitten gekocht werden muß, und daß es nicht zu den Seltenheiten gehörte, wenn die Würzepfanne zwei, oder drei, oder gar viermal gefüllt

¹⁾ Zu der gleichen Zeit, 1790, sollen in England schon geschlossene Pfannen eingeführt sein (nach P. Kaindl).

werden mußte. Der Grand hatte dann die Aufgabe, während des Kochens die von den Trebern ablaufende Würze aufzunehmen.

Sorgfältig wird die Frage der gründlicheren Abläuterung und der Nachgußführung behandelt. Während die einen nur kochend heißes Wasser über die Treber laufen lassen, ohne sie umzuhacken, treten andere (Scharl) für das Umhacken ein. Bezüglich des Nachgusses wird teils so verfahren, daß nur wenig gegeben wird, dieser dann gesondert gekocht, und der Hauptwürze auf dem Kühlschiff zugesetzt wird. Teils wird der Nachguß größer genommen, und zur Herstellung von Nachbier verwendet. Zum Nachguß wird verschiedentlich auch kaltes statt heißes Wasser verwendet, was den Vorteil haben sollte, daß sich das Bier besser und schneller klärt.

7. Das Hopfen der Würze

Über die Art des Hopfens der Würze bestehen die vielseitigsten Ansichten. Sowohl die Brauer wie Wissenschaftler nehmen vielfach den widersprechendsten Standpunkt ein. Eine wirklich zweckmäßige Behandlung findet sich nur erst teilweise. Die einen machen entweder mit nur heißem Wasser oder unter längerem Kochen Auszüge, welche der Würze zugesetzt werden, während die Hopfendolden sonst keine Verwendung weiter finden. Andere machen mit Würze eine Art Hopfenmaische, wobei auf 1 kg Hopfen 8—10 Liter Würze verwendet werden, kochen und pressen sie nur kurze Zeit, und setzen dann die Hopfenmaische der Hauptwürze zu, die nun noch 1—1½ Stunden gekocht wird. In der dicken Hopfenmaische soll das eigentliche Ausziehen des Hopfens erfolgen, bei der nachfolgenden Kochung die Extraktion nur noch vervollständigt werden, aber auch hierbei die Verdampfung der flüchtigen Stoffe stattfinden. Nicht selten ist es gebräuchlich, die Hopfentreber nochmals zu verwenden und mitzukochen, besonders wenn die Kochzeit der Würze nur eine kurze war. Den jetzt üblichen Verfahren begegnet man aber auch damals schon, namentlich in den Klosterbrauereien, wo der Hopfen direkt in die Würzpfanne gegeben, und 1—2 Stunden mit dieser gekocht wurde.

Mit dem Hopfen bezweckten die einen, unter anderen Hermbstaedt, nur das Hopfenöl der Würze zuzuführen, welches als der wertvollste Bestandteil angesehen wurde, während anerkannte Meister der Braukunst, wie die erfahrenen Patres der Klosterbrauereien und auch Meister Scharl und Paupie die flüchtigen, als narkotisch bezeichneten Bestandteile, verflüchtigen und nur die bitteren erhalten wollten, da hierdurch ihrer Meinung nach nur schmackhafte und bekömmliche Biere erzeugt werden könnten.

Als eine absolute Notwendigkeit wird, im Gegensatz zu verschiedenen Wissenschaftlern damaliger Zeit (Krünitz), das Kochen der Würze betrachtet. Paupie begründet es damit, daß nicht nur die

narkotischen Bestandteile des Hopfens verflüchtigt werden müßten; es sei auch das einzige Mittel, Bier, ohne besondere Klärungszusätze, blank herzustellen; und auch das wichtigste Mittel, um haltbares Bier und gesundes Bier zu brauen. Die Kochdauer muß auch eine genügende sein, um eine ausreichende Koagulation herbeizuführen, was namentlich für die Gewinnung gesunder Stellhefe notwendig wäre.

8. Das Kühlen.

Das flache Kühlschiff hat das trogartige verdrängt. Die Würze soll schnell kühlen, und die Trubbestandteile schnell und voll-

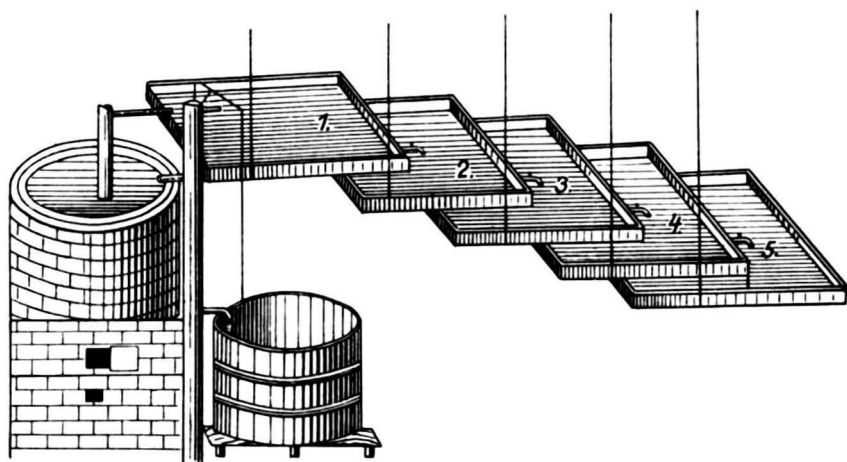


Abb. 15. Kühlschiffanordnung (Muntz)

ständig zum Absetzen kommen lassen. Der Würzestand soll auf dem Schiff, dessen Rand nicht höher als etwa 25 cm sein soll, nicht über 15 cm betragen.

Vielfach sind die Schiffe, gleich wie die Würzepfannen, kleiner, als daß sie die Würze eines Sudes aufnehmen können. Da werden dann je nach der Einrichtung des Sudhauses mehrere (bis zu 5) Kühlschiffe aufgestellt, welche nacheinander mit den einzelnen Kochungen beschickt werden (Abb. 15).

Selbst in den Fällen, wo ein Kühlschiff den ganzen Sud faßte, hat dieses noch keine erhebliche Größe. Ein Schiff von 50—60 qm Grundfläche galt schon als groß, da ein Durchschnittsgebräu bei S c h a r l etwa 40—45 hl, und nach P a u p i e sogar nur etwa 25 hl Verkaufsbier lieferte ¹⁾).

¹⁾ Das von S c h a r l erbaute neue Brauhaus, welches schon als bedeutend anzusprechen war, besaß einen Maischbottich von 80 hl Inhalt, eine Pfanne von 44, und einen Grand von 19 hl Inhalt. Es wurden damit im Jahr 80 Sude hergestellt, die 3200 hl Bier (ohne Nachbier) ergaben.

Die Schiffe, welche zum Teil hintereinander stufenartig stehen, sind aus Holz, am besten aus Kiefernholz gefertigt. Meistens haben sie noch ihren Stand im Sudhaus. S c h a r l weist indes darauf hin, daß hier nicht der geeignete Platz dafür wäre, vielmehr außerhalb desselben, in einem Raum, in welchem ein größerer Schutz gegeben sei.

Hier wird also schon die Gefahr erkannt, welche der Würze durch Eindringen von Keimen aus Staub, Tropfwasser usw. droht, und eine Sicherung dagegen für notwendig gehalten.

Neben dem Schutz, welchen die Würze durch das noch damals gebräuchliche Rauchmalz, und durch gründliches Kochen mit Hopfen erhält, tritt hier noch der Schutz der auf der Kühle stehenden Würze gegen das Eindringen von Mikroorganismen hinzu. So bildet sich schon eine Reihe von Verfahren und Maßnahmen heraus, welche es ermöglichen, gesunde und haltbare Biere herzustellen.

Eine besonders große Haltbarkeit mußten die S o m m e r b i e r e , die keineswegs stärker waren als die Winterbiere, besitzen. In Bayern war aber das Brauen in der Zeit von G e o r g i (23. April) bis M i c h a e l i s (29. September) gemäß landespolizeilicher Verfügung ¹⁾ verboten. Die im Winter gebrauten Biere gelangten erst im Sommer zum Ausschank. Sie wurden deshalb mit der doppelten Hopfenmenge gehopft, gegenüber den Winterbieren, die zwar ebenfalls im Winter gebraut, aber auch im Winter schon getrunken wurden.

9. Die Brauverfahren zu Zeiten Muntz

Ausführliche Darstellungen der verschiedenen Braumethoden seiner Zeit gibt uns dann wieder M u n t z (1836), ehemaliger Ökonomierat und Braumeister in Köstritz, von welchem der bekannte Ausspruch stammt, daß Malz die Seele des Bieres sei. Selbsteigen hat er auf ausgedehnten Reisen in die praktischen Arbeitsmethoden von Brauereien in Deutschland, Böhmen und Österreich Einblick genommen.

Aus der unendlichen Vielfältigkeit hebt er einige hervor, welche trotz mannigfacher Abweichungen in einzelnen Punkten als besondere in gewissen Gebieten bzw. Landesteilen übliche Verfahren angesehen wurden. Als bemerkenswert führt er namentlich das Köstritzer, Sächsische, Preussische, das Fränkische, Rheinische und Bayrische Verfahren an.

a) In Köstritz z. B. wurde folgendes angewandt: In heißes Was-

Nach P a u p i e erzeugte eine gewerbliche Brauerei im Durchschnitt jährlich 2000 hl.

Als eine ansehnliche Brauerei galt die des Paulaner Klosters in der Au bei München, deren Jahreserzeugung um das Jahr 1800 etwa 3200 hl betrug. Hier waltete der bekannte Frater B a r n a b a s S t i l l als Braumeister seines Amtes — bekannt wegen seines berühmten Salvator Bieres —, bei welchem aus 100 kg Malz 1½ hl Bier gewonnen wurden (H. H u b e r , Das Brauwesen des Paulanerklosters).

¹⁾ Sie wurde 1553 erlassen und blieb in Geltung bis 1850.

ser von einigen 60° C wird das Malz langsam eingeschüttet, durchgemaischt, die Maische einige Zeit der Ruhe überlassen, bis ein zweiter Kessel mit Wasser gekocht ist, das nun unter Durchmaischen zugeschöpft wird. Ein Teil der Maische wird dann in die Pfanne gelassen und gekocht, darauf aber nicht zur Bottichmaische zugepumpt, sondern in den Läuterbottich. Dann wird der andere Teil der Bottichmaische gekocht, und zu der gekochten Maische im Läuterbottich zugepumpt. Nach angemessener Ruhe wird die Würze abgeläutert, und mit Hopfen gekocht. Eine zweite Würze wird aus dem Nachguß gezogen, ebenfalls mit Hopfen gekocht, und zur ersten Würze auf das Kühlschiff gepumpt. Aus dem dritten Nachguß, zu dem ebenso wie für den zweiten nicht heißes, sondern kaltes Wasser verwendet wird, macht man den Kofent.

b) Für weniger gut galt nach Muntz die andere in Sachsen und Preußen gebräuchliche Art, wonach das kalt eingemaischte Schrot mit heißem Wasser überbrüht, nach angemessener Ruhe die Würze abgeläutert, eine Stunde gekocht, zur Maische im Maischbottich zurückgeschöpft wurde, und dann nach Durchmaischen endgültig die Würze abgeläutert wurde. Ein Kochen der Dickmaische fand nicht statt.

c) Bei dem Rheinischen Verfahren — einem reinen Infusionsverfahren — wird warm und mit wenig Wasser (trocken) eingemaischt, mit kochend heißem Wasser aufgebrüht, wie üblich durchgemaischt, die Würze dann klar abgezogen, und auf das Kühlschiff gebracht. In die Treber wird dann kochendes Wasser durch den Senkboden gedrückt, $\frac{1}{2}$ Stunde durchgemaischt, und die zweite Würze abgeläutert. In der Zwischenzeit von der ersten zur zweiten Abläuterung wird etwas Würze von der ersten vom Kühlschiff in die Pfanne abgelassen und mit Hopfen gekocht, darauf die übrige Würze vom Kühlschiff zugelassen. Während diese nun weiter kocht, läuft die zweite Würze hinzu, die nun noch mit der ersten zusammen 3—4 Stunden gekocht wird. Wie Muntz erwähnt, sind diese Biere, obergärig vergoren, nährend, substantiös und haltbar.

d) Bei der Bayerischen Brauart findet er zwei, unter sich etwas verschiedene Arbeitsmethoden vor. Die ihm am besten gefallende ist folgende: Mit kaltem Wasser wird eingemaischt. Gleich wie anderswo bleibt sie 5—6 Stunden in Ruhe, bis der Kessel mit kochendem Wasser hergerichtet ist. Dann wird mit dem kochenden Wasser zugebrüht, gemaischt, und der größte Teil der Maische (Dickmaische) in die Pfanne geschöpft und eine Stunde gekocht. Von der Bottichmaische wird nun die Würze in den Grand abgezogen und, nach dem Aufpumpen der Dickmaische, in die Pfanne abgelassen, um ein Durchbrennen der Pfanne zu verhüten. Die zu der Bottichmaische zugepumpte bzw. zurückgeschöpfte Kochmaische wird nach gründlicher Durchmaischung der Ruhe überlassen, dann die Würze abgeläutert, und eine halbe Stunde gekocht — „dünne Maische“ —. Die gekochte Würze wird nun wieder zu der Bot-

tichmaische zurückgeschöpft, mit ihr von neuem durchgemischt, worauf nach angemessener Ruhe die endgültige Abläuterung erfolgt. Diese Würze liefert das gute Bier; der Nachguß das Nachgußbier.

e) Weit verbreitet war zu Muntz-Zeit das früher schon angewandte Hopfenkochverfahren mit dem sog. H o p f e n r ö s t e n. Das „Rösten“ besteht darin, daß mit wenig heißer Würze kurze Zeit ($\frac{1}{4}$ — $\frac{3}{4}$ Stunden) gekocht wird, um ihn gewissermaßen auszuziehen. An Würze soll nur soviel zugegeben werden, daß der Hopfen damit bedeckt ist. Um ein Anbrennen zu verhüten, muß die Hopfenmaische gehörig gerührt werden. Nach dem Ausziehen erfolgt dann das Zulassen der übrigen Würze und das ausgiebige $1\frac{1}{2}$ —2 Stunden dauernde Kochen.

Von allen M u n t z bekannten Brauverfahren hielt er das Bayrische, bei welchem eine Dickmaische und eine Dünnmaische gekocht werden, für das beste.

10. Muntz als Praktiker und Wissenschaftler

Bei weitem nicht waren aber diese Verfahren so allgemein verbreitet, daß sie ein Gesamtbild von den Brauverhältnissen damaliger Zeit gaben. Sie waren von M u n t z nur hervorgehoben, als Zeichen schon weitgehend technisch durchgebildeter Methoden, welche planmäßig darauf abzielten, den Zuckerstoff aus dem Malz so vollkommen als möglich zu gewinnen, und den als schädlich für Hefe, Gärung und Bier angesehenen Kleber durch Kochen von Maische und Würze auszuscheiden.

Mit der Dickmaische sollte zuerst der Zuckerstoff löslich gemacht und durch die dünne Würze (Dünnmaische) beim Überbrühen der Zuckerstoff aus der Dickmaische herausgezogen werden. Das Kochen der Dünnmaische, welche klar von den Trebern abgezogen wird, ehe der Maischvorgang beendet ist, soll eine genügend lange Zeit dauern (etwa 1 Stunde), damit die Eiweißstoffe (der Kleber) zur Ausfällung kommen, und nicht erst beim Hopfenkochen ausgeschieden werden. Was beim Hopfenkochen dann noch ausgeschieden wird, ist für die Gewinnung von reiner Hefe und Erzeugung von blankem Bier nicht mehr so hinderlich.

Auf möglichst schnelle Kühlung der Würze wird Bedacht genommen, um eine Säuerung zu verhindern. Mehrere Kühlschiffe werden stufenmäßig aneinandergereiht, so daß die Würze von einem auf das andere ablaufen kann, nachdem sie jedesmal eine kurze Zeit zum Abscheiden vom Trub gestanden hat.

Statt des Kühlschiffs wird auch schon die Kühlung im Setzbottich durch Kühlrohre erörtert.

Auch die Bedeutung der S p e l z e n für Läuterung, Klärung, Farbe und Geschmack rückt schon in den Gesichtskreis des weitschauenden Braumeisters. M u n t z war es wieder, welcher dahingehende Versuche anstellte, und die teils günstigen, anderenteils aber nachteiligen Einwirkungen der Spelze nachwies und damit Probleme aufrollte und auch

schon zur Lösung brachte, welche in jüngster Zeit von einigen Seiten als neue Idee gepriesen werden.

Was von **Paupie**, **Scharl**, und noch mehr von **Muntz** für dringend notwendig erkannt worden war, die wissenschaftliche Durchdringung der Vorgänge im Sudhaus, findet in dem Geheimen Rat **Hermbsaedt** u. a. die geeigneten Wissenschaftler. In **Muntz** aber besonders erkennen wir einen weitsehenden Praktiker, welcher abhold Rezepten und Geheimverfahren erklärt, daß „Chemie mit praktischer Erfahrung verbunden, der richtigste und geradeste Weg ist, auf dem man alle Hindernisse beseitigt“. Was für einen Betrieb richtig ist, braucht keineswegs auch für andere in gleicher Weise zuzutreffen, sagt er. Ein Braumeister, der an einem Platz gutes Bier braut, und sein Verfahren nach einer anderen Brauerei mitnimmt, weil er meint, daß es sich auch dort bewähren müsse, kann stark enttäuscht werden und trotz aller Mühe kein gutes Bier zustande bringen, wenn die neuen Verhältnisse, namentlich die Wasserfrage, wesentlich anders liegen.

B. Die Entwicklung bis zum Ende des vorigen Jahrhunderts

1. Das Absinken der Infusion

Das Maischen auf **Infusion** wird nach und nach durch Kochmaisverfahren verdrängt, welche eine bessere Aufschließung ermöglichen, und der Erzeugung haltbarerere Biere dienlicher sind.

An der Infusion wird meist nur noch bei der Herstellung von einfacheren, auf örtlich kleine Kreise beschränkten obergärigen Sonderbieren festgehalten.

Aber auch bei gewissen typischen, durch ihre Eigenart hervorragenden Biersorten, die eben ihre Eigenart außer anderen der Anwendung der Infusion verdanken, gilt das Festhalten an der Infusion als unbedingte Voraussetzung. So z. B. ist das wegen seines rauchig bitteren Geschmacks bis vor wenigen Jahrzehnten sehr geschätzte, und weit verbreitete, obergärig vergorene Grätzer Bier ein Infusionsbier, das indes jetzt fast vollständig eingegangen ist.

Auch am Rhein hat sich die Infusion, welche nach **Muntz** s. Zt. dort schon für die Herstellung hochfeiner Qualitätsbiere angewandt wurde, noch hier und da in ziemlichem Umfange gehalten, wofür das sog. „Kölnisch Obergärige“ ein charakteristisches Beispiel ist.

Im Gegensatz zu dem Abgleiten der Infusion in Deutschland hat sich in England das Infusionsverfahren als allein vorherrschendes, allgemein angewandtes Maischverfahren bis auf den heutigen Tag im Klein- und Großbetrieb behauptet.

Wieder ist es die typische Eigenart der englischen Biere, welche im Laufe vieler Jahrzehnte kaum Wandlungen in ihren Eigenschaften

durchgemacht haben, und das Festhalten an dem Infusionsverfahren erfordern. Und dabei ist die Ausführungsform eine ungewöhnlich einfache geblieben, bei der niedrige Temperaturen mit allmählichem Aufwärtsmaischen vollständig ausgeschaltet sind, und nur Temperaturen von 64 bis etwa 70° C in Anwendung kommen.

2. Die Zeit des Drei-Maischverfahrens

Die verschiedenen Arten des Maischens schränken sich mehr und mehr ein. Bayern ist es vor allem, wo man fast allgemein zu einem einheitlichen Maischverfahren übergeht, welches für die Herstellung von Lagerbier für am zweckmäßigsten befunden wurde.

Es ist das das **Drei-Maischverfahren** mit zwei Dick- und einer Lautermaische.

Nach Heiß¹⁾, Habich²⁾ u. a. wird es als das **Münchener** oder **Alt-Bayerische Verfahren** bezeichnet. Zweifelhaft erscheint es indes, ob ihm vor dem **Böhmischen** von Paupie aufgeführten Verfahren die Priorität zukommt.

Wenn man einen Unterschied zwischen beiden konstruieren will, was man vielleicht im Hinblick auf die Bedeutung, welche man der Staffellung des Temperaturstufenaufbaus beim Maischen beimaß, machen könnte, so läßt sich dieser wohl in gewisser Hinsicht feststellen. Nach dem altbayrischen Verfahren wird kalt eingemaischt und in verhältnismäßig gleichen Temperaturstufen die Abmaischtemperatur erreicht. Nach Paupie wird warm eingemaischt, schnell hohe Temperatur erreicht.

Die Ausführungsform, welche sich als die altbayrische herausgebildet hatte, wurde Muster über die Jahrzehnte hinweg bis in die Jetztzeit, wo noch verschiedene Brauereien, teils in getreuer Befolgung, teils unter unwesentlichen Abweichungen, nach ihr arbeiten.

Das Verfahren konnte sich in seiner Überlegenheit allen anderen gegenüber bis in die neuere Zeit hinein erhalten, weil es die größte Sicherheit bot, haltbares, klares, kernig, vollmundig schmeckendes Bier zu liefern, welches selbst bei örtlich anders eingestellten Geschmacksrichtungen allgemeinen Anklang fand.

Das praktisch mit größtem Erfolg angewandte Verfahren begegnete keineswegs ungeteilter Zustimmung in wissenschaftlichen Kreisen des Brauwesens. Balling war es namentlich, welcher es wegen der zu starken Vernichtung der Diastase, der zu langen Maischdauer und des zu großen Kosten- und Arbeitsaufwandes verurteilte.

Nach dem Verfahren wurde folgendermaßen gearbeitet, wie es selbst C. I. Lintner in seinem Grundriß der Bierbrauerei 1904 noch als allgemein gebräuchlich bezeichnet hat: Es wird kalt eingemaischt und mit heißem Wasser auf 30—35° C aufgebrüht. In der ursprünglichen Form

¹⁾ Heiß, Die Bierbrauerei 1853/55.

²⁾ Habich, Die Schule der Bierbrauerei 1862.

mußte das kalte Maischgut noch so lange der Ruhe überlassen bleiben, bis das zum Aufbrühen erforderliche Wasser in einem besonderen Kessel erhitzt worden war, was gewöhnlich 3—4 Stunden dauerte. Auf diese Weise entstand eine Art Vormaischung. Danach wurde die erste Dickmaische gezogen, eine halbe bis $\frac{3}{4}$ Stunde gekocht, und dann zu der Restmaische zugebrüht, welche damit auf 49—51° C erwärmt wurde. Nun wurde eine zweite Dickmaische gezogen, auch wieder eine halbe bis $\frac{3}{4}$ Stunde gekocht, und damit das Maischgut auf 60—65° C erwärmt. Eine dritte Maische wurde gezogen, die Lautermaische, die etwas kürzere Zeit (eine viertel bis eine halbe Stunde) gekocht und mit der dann auf 70—75° C aufgebrüht wurde. Eine halbe Stunde wurde nun noch weiter gemaischt (abgemaischt), und nach einer weiteren Stunde der Ruhe, mit der Läuterung begonnen.

Die ganze Maischarbeit, vom Aufbrühen mit heißem Wasser an, soll 5 Stunden betragen und mit besonderer Vorsicht, namentlich beim Aufmaischen, durchgeführt werden, um die Diastase, von der man schon Kenntnis hatte, entsprechend zu schonen.

Als Kennzeichen für den richtigen Verlauf des Maischvorganges diente der Bruch der gekochten Lautermaische. Diese sollte, im Probegläschen betrachtet, sowohl stark flockige Ausscheidung aufweisen, als auch klares Aussehen besitzen. Die augenfällige Prüfung macht dann bald der chemischen Kontrolle durch Benutzung von Jod zur Feststellung der vollständigen Umwandlung der Stärke in Zucker/Dextrin Platz.

C. Die neueren Richtungen

1. Wissenschaftliche Ergebnisse als Richtlinien

Die Ballingsche Auffassung, die sich auch u. a. Habich mit Rücksicht auf Ersparnisgründe zu eigen machte, blieb in den Kreisen der Praxis unbeachtet. Erst W. Windisch war es wieder, welcher in den 90iger Jahren des vorigen Jahrhunderts auf die Bedeutung des Kurzmaischens hinwies, und jetzt mit dieser erneuten Anregung großen Widerhall bei der Praxis fand.

Seitdem hat das Kurz-Maischen mehr und mehr das Lang-Maischen aus seiner bevorzugten Stelle abgedrängt. Namentlich für die Herstellung heller, feinschmeckender Biere.

Wenn hiermit das Langmaischen immer mehr in den Hintergrund trat, so war das auf Gesichtspunkte zurückzuführen, welche nicht allein erfahrungsgemäß gefundenen Ergebnissen, sondern vor allem auch den wesentlich fortgeschrittenen wissenschaftlichen Erkenntnissen, vor allem über Stärke und Eiweißabbau, entsprangen.

Brauwissenschaftliche Anstalten waren erstanden, deren Forschungsarbeiten durch Zeitschriften und Vorträge von der wissensdurstigen Praxis begierig aufgenommen wurden.

Das Studium des Stärkeabbaus hatte die Vorgänge für die Zuckerbildung weitgehend geklärt, und die Bedingungen ermittelt, unter welchen sich bestimmte Verhältnisse zwischen Zucker und Dextrin ergeben, so daß die Möglichkeit für die Praxis geschaffen wurde, Maischverfahren je nach dem erwünschten Gehalt an Zucker einzustellen.

Auch in der Frage des Eiweißabbaus gewonnene Kenntnisse konnten für das Maischen nutzbringend angewandt werden (Wahl, Erich, Windisch).

Auch für das Studium der Ausbeutefrage, die unter dem Gesichtspunkt der Schrotzusammensetzung, der Art des Maischens, der Beschaffenheit des Läuterbodens, der Zusammensetzung des Brauwassers, sowie unter Zuhilfenahme des Druckes beim Aufschließen von Stärke und Hemizellulose bearbeitet werden konnte, waren geeignete wissenschaftliche Methoden vorhanden.

Nicht minder war es möglich, die Spelzenfrage wissenschaftlich zu bearbeiten.

In Berücksichtigung aller dieser Momente war es daher nur natürlich, daß man sich von überkommenen, rein praktisch gewonnenen Verfahren mehr und mehr lossagte, und exakte Forschungsergebnisse als Richtlinien benutzte, und unter Berücksichtigung von Wasser, Malzart usw. die Arbeitsweise zu erproben suchte, welche für die Herstellung des jeweils erstrebten Biertyps am geeignetsten war. So entstand im Laufe der Zeit eine ungewöhnlich große Vielfältigkeit in der Art des Maischens, wobei auch das alte, lange Drei-Maischverfahren den neuern wissenschaftlichen Forschungsergebnissen entsprechend angepaßt wurde.

2. Einmaischtemperaturen

Vielfachste Verschiedenheit besteht bezüglich der Wahl der Einmaischtemperatur.

Wenn auch grundsätzlich bei jeder Temperatur eingemaischt werden kann, sofern dadurch eine ausreichende Schonung der Enzyme möglich ist, bzw. die Enzyme in entsprechender Menge erhalten bleiben, ist man doch von dem früher fast allgemein üblichen kalten Einmaischn zum größten Teil zur Anwendung höherer Temperaturen übergegangen. Dabei hat man, von wenigen Ausnahmen abgesehen, an dem Aufwärtsmaischn festgehalten. Im Sinne der Abkürzung der Maischzeit lag es, höhere Einmaischtemperaturen zu wählen und die Kochzeiten der Maischen einzuschränken. Von Bluttemperatur an bis zu etwa 65° C findet man alle Temperaturgrade vertreten, bei denen eingemaischt wird. Doch nicht für jedes Maischverfahren kann man sich in dieser weiten Spanne die Einmaischtemperatur wählen. Beim Ein- und Zwei-Maischverfahren ist es ohne weiteres angängig; beim Drei-Maischverfahren liegen hauptsächlich technische Schwierigkeiten vor, mit Tem-

peraturen oberhalb etwa 55°C einzumaischen, da die Kochmaischen mengenmäßig nicht zu weit eingeschränkt werden können, was der Fall sein müßte, wenn nur kurze Temperaturstufen beim Aufmaischen zu durchlaufen sind.

Am gebräuchlichsten zum Einmaischen sind die Temperaturgebiete um 35°C und um 50°C geworden, sowohl für Drei-Maisch-, wie für Zwei-Maischverfahren.

3. Gußführung

Bezüglich der früher herrschenden großen Unterschiedlichkeit in der Stärke der Gußführung ist man zu strengerer und begründeter Auffassung gekommen. Je nachdem es früher in den einzelnen Betrieben Gepflogenheit war, stärkeres Bier ohne oder mit Nachbier zu brauen, setzte man das Verhältnis von Schrot zu Wasser an. Einem rationellen Aussüßen der Treber wandte man seine Aufmerksamkeit kaum zu. Erst als die Ausbeutefrage zur Diskussion gestellt wurde, zog man die Gußführung in den Bereich eingehender Prüfung.

Gegenüber der Gußführung beim altbayrischen Verfahren, bei welcher zur Zeit von Heiß ein Schrot-Wasserverhältnis 1:6, nach Lintner 1:4—5 angewandt wurde, und gegenüber dem von Balling vorgeschlagenen Verhältnis 1:5 geht man zu Maischekonzentrationen über, bei welchem das Verhältnis 1:2,5—3 beträgt. Statt 12 bis 14%iger Vorderwürze gewinnt man 18—22%ige, so daß man imstande ist, mit so reichlichen Wassermengen anzuschwänzen, daß eine restlose Gewinnung des Extraktes aus den Trebern möglich ist, ohne daß eine zu starke Verdünnung der Kochwürze eintritt, und eine zu lange Kochzeit zur Konzentrierung notwendig wird.

In gewissen Kreisen glaubt man aber für gewisse Fälle von dem Dickmaischen abgehen zu müssen. Da in den Pilsener Brauereien angeblich an dem Dünnmaischen festgehalten wird, wie es Balling schon angegeben hat, ist die Auffassung verschiedentlich aufgetreten, daß das Dünnmaischen zur möglichst vollständigen Erreichung der typischen Eigenart des Pilsener Bieres unentbehrlich sei. Die Nachgüsse sollen, sobald der Extrakt auf 1,5% etwa gesunken ist, nicht mehr der Würzepfanne zugeleitet werden, sondern fortlaufen. Ein zu weitgehendes Auslaugen der Spelzen und ihrer strohigen Geschmackskörper wird damit unterbunden. Meiner Ansicht nach kann man beim Dickmaischen dasselbe erreichen, wenn man mit dem Aussüßen der Treber ebenfalls so zeitig aufhört, und das etwa noch erforderliche, für die Einstellung der Bierstärke benötigte Wasserquantum unmittelbar der Würzepfanne zuführt.

4. Die üblichen Verfahren im einzelnen

a) Das Drei-Maischverfahren

Vereinzelte findet noch das alte Verfahren, bei welchem kalt eingemaischt, und in der alten Weise an einer langen Maischzeit von $4\frac{1}{2}$ —5 Stunden festgehalten wird, Anwendung. Hauptsächlich ist es die lange Kochdauer der Maischen, die sich auf eine halbe bis dreiviertel Stunde erstreckt, welche die lange Maischzeit bedingt.

Das in neuerer Zeit angewandte Verfahren ist zeitlich allermeist stark gekürzt, ganz besonders bei der Herstellung von hellen, feinen Bieren, und noch weiter bei der Herstellung von hochedlen Hopfenbieren. Die Maischen werden nur kurz, 5—10—20 Minuten gekocht, es wird auch schneller aufgemaischt, so daß sich die Maischzeit, ohne Gefährdung des Abbaus von Stärke und Eiweiß und der Ausbeute, auf etwa 3—3 $\frac{1}{2}$ Stunden verkürzen läßt.

Die Biere zeichnen sich durch Kernigkeit und langanhaltende malzige Geschmackseinschläge aus.

Das Verfahren eignet sich deshalb am besten für solche Hopfenbiere, welche dem Ursprungs-Pilsener möglichst gleichkommen sollen.

Schmecken die nach dem alten Drei-Maischverfahren gebrauten Biere nun auch infolge der starken Extraktion der Spelzenstoffe bei dem langzeitigen Maischekochen allgemein strenger und härter, so scheint ihnen doch meinen, in der Hochschulbrauerei gemachten Erfahrungen zufolge ein gewisser Vorzug eigen zu sein. So weit ich Gelegenheit hatte festzustellen, was auch von anderen Seiten bestätigt wird, zeichnen sich die Biere durch eine große Kälte- und Zinnfestigkeit aus, was ganz besonders gegenüber Hochkurzmaischiere auffällig in die Erscheinung tritt, aber auch gegenüber anderen aus Kurzmaischiere überhaupt. Ich bin nicht sicher, ob es Schutzstoffe sind, welche bei dem alle Temperaturen durchlaufenden Aufwärtsmaischiere gebildet werden, oder ob es sich um Stoffe der Spelze handelt, welche eiweiß- oder gerbstoffartiger Natur sind, wobei man annehmen könnte, daß durch die lange Kochzeit von drei Maischen nicht nur eine Lösung, sondern auch eine vorzeitige Fällung stattfindet, bei den Kurzmaischiere diese Stoffe sich hauptsächlich erst beim Aussüßen der Treber extrahieren lassen, bei dem späteren Kochprozeß aber nicht zur Ausfällung kommen, dafür aber unter ungünstigen Verhältnissen im Bier ausgeschieden werden, in Form von Zinn- und Kälte trübung.

b) Das Zwei- und Ein-Maischverfahren

a) Das Hochkurzmaischiereverfahren ¹⁾

Dem langen Drei-Maischverfahren stellte Balling schon ein kürzeres gegenüber, bei welchem die Einmaischtemperatur 57—58° C.

¹⁾ W. Windisch, Wochenschrift f. Br. 1897 Nr. 3, 6; sowie spätere Ausführungen in der Wochenschrift und den Jahrbüchern der V. L. B.

betrug, und nach Kochen einer Dickmaische auf 75°C zum Abmaischen aufgebrüht wurde.

Das Verfahren ist das spätere **Hochkurzmaischverfahren** von W. Windisch, bei welchem teils eine, teils zwei Maischen zur Anwendung gelangen. Die hohen Maischtemperaturen wurden gewählt, um den Eiweißabbau so gut als vollständig zu unterbinden. Neueste Forschungen haben diese Auffassung indes ins Wanken gebracht, und gezeigt, daß das Optimalgebiet für den Abbau bis an 60°C heranreicht, und daß selbst bei dem Hochkurzmaischen noch Eiweiß gelöst und abgebaut wird. Die Tatsache bleibt indes bestehen, daß bei der Kürze der Zeit, welche für das Hochkurzmaischverfahren empfohlen wird, etwa 2—2½ Stunden, Lösung und Abbau erheblich eingeschränkt werden, zumal durch das schnelle Aufmaischen und Maischekochen eine teilweise Vernichtung der proteolytischen Enzyme eintritt.

Bei dem Hochmaischverfahren wird auch, wie Heiß schon berichtet, anstatt aufwärts abwärts gemischt werden können, was in der Weise vor sich geht, daß man Wassertemperaturen von $80\text{—}85^{\circ}\text{C}$ benutzt, und mit dem zugeschütteten Malz auf Temperaturen auf oder unter $68\text{—}70^{\circ}\text{C}$ zurückmaischt, und dann wieder mit einer Kochmaische auf Abmaischtemperatur aufgemischt wird.

Das Hochkurzmaischverfahren liefert eiweißarme Würzen mit immerhin ausreichenden Mengen von hochkolloidalen Abbauprodukten, welche die Bildung eines guten Schaumes gewährleisten.

Geeignet sind indes für das Verfahren nur gut gelöste Malze, welche einen genügenden Stock von gelöstem Eiweiß mit sich führen, so daß die mit einem schwachen Abbau noch hinzutretenden Lösungsvorgänge ausreichen, um genügend Schaumfestigkeit zu erzeugen. Gut gelöstes Malz muß es auch sein, da sich sonst erhebliche Läuterungsschwierigkeiten einstellen, Eiweißabbaustoffe in Würze und Bier übergehen, welche infolge ihres unvollständigen Abbaus zu schlechter Klärung und auch zur Bildung von Kälte- und Zinntrübung in überreichlichem Maße Veranlassung geben.

Selbst bei Verwendung von gut gelöstem Malz sind die Gefahren der Kälte- und Eiweißtrübung größer als bei den anderen normalen Aufwärtsmaischverfahren, bei welchen infolge günstigerer und länger gehaltener Eiweißabbautemperaturen ein weiter gehender Abbau stattgefunden hat.

Abgesehen von dieser ungünstigen Nebenerscheinung zeichnen sich die nach dem Verfahren hergestellten Biere durch eine gewisse Zartheit aus, neigen aber leicht zu Geschmacksflüchtigkeit, die z. B. durch Hopfenbitter nicht ausgeglichen bzw. überdeckt wird.

Es lassen sich auch Biere mit sehr lichter Farbe herstellen, da abgesehen von heller Farbe der verwendeten Malze bei den hohen Maisch-

temperaturen eine Einwirkung oxydatischer Enzyme, welche Zufärbung erzeugen, vermieden wird.

Die jüngsten Arbeiten über den Eiweißabbau haben gelehrt, daß bei Temperaturen von 60°C und darüber, noch eine erhebliche Lösung von unlöslichem Eiweiß, sowie ein beträchtlicher Abbau stattfindet. Selbst Temperaturgrade bis $65/66^{\circ}\text{C}$ lassen noch Abbauwirkungen von nicht unerheblichem Umfang eintreten, wenn die Zeit für die Arbeit der proteolytischen Enzyme entsprechend verlängert wird. Hierbei wird allerdings der stufenmäßige Abbau verlangsamt, bzw. eingeschränkt, und es treten hochmolekulare Abbaustufen relativ mehr in den Vordergrund. Für die Schaumhaltigkeit würde das keinen Nachteil, eher einen Vorteil bedeuten. Ich kann mir deshalb vorstellen, daß man mit einem *Hochlangmaisverfahren* ein ausgezeichnetes, hochedles, schaumkräftiges Bier herstellen kann, welches mehr oder weniger hoch, oder sehr hoch vergoren ist, je nachdem die Ruhetemperaturen die Zuckerbildung beeinflussen, was bekanntlich im stärksten Maße der Fall ist in dem Temperaturgebiet von $60\text{--}66^{\circ}\text{C}$.

β) Normale Aufmaisverfahren

Bei diesen Verfahren, bei welchen ganz allgemein, abgesehen von niedrigen Temperaturen, fast alle Temperaturgrade von annähernd 30 bis etwa 53°C aufwärts zum Einmaischen benutzt werden, sind die vielseitigsten Möglichkeiten vorhanden, den Eiweißabbau mengen- und stufenmäßig zu regulieren. Was bei dem Hochmaisverfahren, zumal wenn es zeitlich zusammengedrängt ist, auf Schwierigkeiten stößt, bzw. der Beeinflussung nur in geringen Grenzen unterliegt, läßt sich bei dem Aufwärtsmaisverfahren in der vielgestaltigsten Weise durchführen.

Die Eiweißabbautemperaturen können jeweils nach Erfordern abgekürzt oder ausgedehnt werden. Sie lassen sich auch je nach den Verhältnissen auf jede beliebige Höhe und beliebig lange Zeit einstellen. Den Eigenschaften des Malzes, ob es sich um eine gute oder weniger gute Lösung handelt, läßt sich in jeder Weise Rechnung tragen. Malze mit schlechter Lösung erfordern Ruhepausen im Eiweißabbau; Malze mit guter Lösung vertragen sie.

Gleich wie in der Wahl der Eiweißabbaupausen, temperatur- wie zeitmäßig größte Bewegungsfreiheit besteht, hat man auch große Freiheit in der Bemessung der Menge der Kochmaischen. Will man viel Maische kochen, läßt man sie bei niederen Temperaturen ab, will man nur wenig kochen, bei hohen. Dabei kann man im letzteren Falle entweder verhältnismäßig hoch einmaischen, oder tiefer, und die ganze Maische erst in allmählicher Steigerung direkt aufwärmen, oder mit heißem Wasser aufbrühen, bis die angestrebte Temperaturhöhe, beispielsweise $47\text{--}50^{\circ}\text{C}$, oder $50\text{--}53^{\circ}\text{C}$, oder $53\text{--}58^{\circ}\text{C}$, oder $58\text{--}60^{\circ}\text{C}$ erreicht ist, bei der die erste Kochmaische abgelassen werden soll.

Eine ungewöhnlich große Zahl von Maischverfahren hat sich darum herausgebildet, vor allem dadurch begünstigt, daß eine Temperaturspanne von großer Dehnung für das Einmaischen eine große Beweglichkeit, sowohl in der Einstellung der Einmaischtemperatur, als in der Aufwärtsbewegung zuläßt.

Das Zwei-Maischverfahren sowohl wie das Ein-Maischverfahren beansprucht unter Ausschaltung extrem langer Eiweißabbaupausen, wie es allgemein geschieht, im großen und ganzen 3—3½ Stunden vom Einmaischen an gerechnet.

Das Zwei-Maischverfahren hat sich in verhältnismäßig kurzer Zeit zu dem gebräuchlichsten Verfahren herausgebildet; vor allem mit deshalb, weil wegen der großen Mannigfaltigkeit, welche man ihm geben kann, jeder einzelne Praktiker die Möglichkeit hat, das Verfahren zu gestalten, wie es ihm beliebt, d. h. wie es mit Rücksicht auf Rohstoffbeschaffenheit und Betriebsverhältnisse notwendig wird.

Doch auch für das Ein-Maischverfahren bildet sich immer mehr eine Neigung seitens der Praxis heraus, da es sich auf einfacherer Handhabung aufbaut, weniger Kohlen- bzw. Dampfkosten verursacht, und letzten Endes die Herstellung hochfeiner, edel schmeckender Biere fast noch eher ermöglicht, als andere Verfahren, bei denen zwei oder drei Maischen gekocht werden, weil das Maischekochen auf eine zulässig kleinste Menge beschränkt werden kann, wodurch sich bekanntlich die Geschmacksrichtung mehr auf eine weiche Grundtönung verschiebt. Dabei braucht aber keine Einschränkung in der Geschmacksrundung die notwendige Folge zu sein.

5. Das Springmaischverfahren

Das beim Stärkeabbau entstehende Zucker/Dextrinverhältnis ist in erster Linie ein Produkt aus Temperatur und Zeit. Unaufgeschlossene Stärke verhält sich dabei anders als verkleisterte oder aufgeschlossene. Es bedarf erst der Aufschließung durch höhere Temperaturen, um sie zu verzuckern. Je näher aber die Temperaturen an die Verkleisterungszone heranrücken, um so mehr legen sie die diastatische Tätigkeit lahm. Vorbereitung für die Aufschließung der Stärke und diastatische Wirkung laufen nicht parallel. Sie überschneiden sich, wobei es praktisch zu dem Ergebnis kommt, daß unter den, bei der Herstellung von Bier, in Anwendung kommenden Maischverfahren, das Optimum der Zuckerbildung in das Temperaturgebiet von 60—68° C fällt.

Die Maischverfahren, deren sich die Praxis bedient, und wie sie sich gemäß Erfahrung und Ausbau auf Grund technischer wissenschaftlicher Untersuchungen und Anregungen als geeignet erwiesen haben, liefern Würzen, deren Zuckergehalt, sofern es sich um helle Malze handelt, sich in solchen Grenzen bewegt, daß ein Endvergärungsgrad von etwa 72 bis 82% entsteht.

Zur Regelung des Zuckergehaltes bieten die Verfahren in Verbindung mit der Verwendung von geeignetem Malz weitgehendste Möglichkeiten.

Ganz allgemein kann auf hohe Zuckerbildung durch Einhaltung von Ruhepausen in dem Optimalgebiet von 60—68°C hingearbeitet werden. Soll sie besonders hoch sein, dehnt man die Ruhepausen aus, und greift noch außerdem zur Verarbeitung von diastasereichem Malz.

Kommt es darauf an, Würzen mit geringerem Zuckergehalt zu erzeugen, so wird man die Verzuckerungstemperaturen des Optimalgebietes schnell übergehen müssen, und Malz zu verarbeiten suchen, welches verhältnismäßig kurz gewachsen und diastaseärmer ist.

Die Einschränkung der Zuckerbildung läßt sich nun außerdem noch dadurch fördern, daß Diastase, ehe sie zur Wirkung kommt, vernichtet wird.

Altgebräuchlich war es schon, das Malz in annähernd kochend heißes Wasser einzuschütten, abwärts bis unter 70°C zu maischen, und dann wieder aufwärts zu maischen. Diese Methode hielt indes nicht stand. Dafür bildete sich mehr das Verfahren heraus, Teile des Maischgutes nach dem Einmaischen in heißes Wasser einspringen zu lassen, auch wohl von der ersten oder zweiten Kochmaische einen Rest in der Pfanne zurück zu halten, um die Bottichmaische hineinspringen zu lassen, und auf diese Weise bis zum wirksamen Diastase-Temperaturgebiet abwärts zu maischen. So konnte man die Zuckerbildung herabdrücken, was man anfänglich gleich erfolgreich bei dem Drei-Maischverfahren durchführte, aber auch bei anderen anwenden kann, um Biere mit einem niedrigen Endvergärungsgrad herzustellen. Es eignet sich diese Methode sowohl für dunkle Biere, u.a. für Bockbiere, als auch für typisch Pilsener Biere, die bekanntlich niedrige Endvergärung (72—74%) besitzen sollen.

Unter entsprechender Anpassung an festere methodische Arbeitsverhältnisse, macht W. Windisch¹⁾ von dem, von ihm als Springmaischverfahren bezeichneten Verfahren Gebrauch, um den Zuckergehalt mit größerer Sicherheit auf jede beliebige Höhe einstellen zu können, besonders aber auch, um Würzen zu erzeugen, aus denen sich Biere mit einem noch viel niedrigeren Endvergärungsgrad ergeben.

Die üblichen Maischmethoden versagen, wenn die abbauende Tätigkeit der Diastase nicht in noch stärkerem Maße geschwächt wird. In durchgreifendster Form geschieht das neben der direkten Vernichtung durch Ausschaltung nicht nur des ganzen Optimalgebietes, sondern aller darunter liegender Temperaturen und durch Einstellung auf bestimmte, ausschließlich zur Anwendung kommende Temperaturen bei der Maischarbeit.

¹⁾ W. Windisch, Wochenschrift f. Brauerei 1903, Nr. 41, 1904, Nr. 4, 5, 8, sowie spätere Ausführungen in Wochenschriften und Jahrbüchern der V. L. B.

Das eine Mittel dafür ist das Abwärtsmaischen durch Einspringenlassen von dem ganzen Maischgut, oder von Teilen desselben in heißes Wasser.

Im Springmaischgut kann die Diastase nur bei einer festen Temperatur abbauen, damit die Zuckerbildung je nach der Temperaturhöhe einheitlicher und schärfer geregelt, und vor allem bei Einstellung entsprechend hoher Temperaturen (70—72° C) stark eingeschränkt werden.

Damit ergibt sich für die gesamte Maische eine Erniedrigung des Zuckergehaltes, die um so größer ist, je mehr Maische zum Einspringen abgelassen wird.

Mit dem Springmaischnprinzip verfolgte W. Windisch besonders auch die Idee, Biere herzustellen, welche einen Endvergärungsgrad besitzen, der wesentlich tiefer liegt, als es bisher üblich war. Nicht nur begnügten sich aber Praktiker damit, auf einen Endvergärungsgrad von etwa 70%, ja selbst bis auf 65% zurückzugehen, wie es Windisch für erstrebenswert hielt, sondern verstiegen sich, in der weiteren Ausführung dieser Idee, zu Arbeitsweisen, welche unweigerlich Mißerfolge, zum Teil schwerster Art, nach sich ziehen mußten. Das von manchem unternommene Wagnis, die Herstellung von Bieren mit einem Endvergärungsgrad unter 60, ja sogar unter 50% aufzunehmen, mußte zum Verhängnis werden.

Das durch Windisch neu angeregte, weiterzielende Springmaischnprinzip hat nur kurze Zeit die Brauerwelt bewegt. Die Biere mit den sehr niedrigen Endvergärungsgraden haben nicht die erwartete Aufnahme in der Kundschaft gefunden. Sie befriedigten weder in bezug auf Geschmack, noch auf Haltbarkeit. Aber auch bei der Herstellung selbst traten mannigfachste Schwierigkeiten auf, welche nicht zur weiteren Anwendung des Verfahrens anregten (erschwerter Läuierung, verlangsamte oder stockende Gärung, mangelhafte Klärung u. a. m.).

6. Das Schmitzsche Verfahren

Im Verlauf der die neunziger Jahre des vorigen Jahrhunderts, und die ersten zehn Jahre des letzten Jahrhunderts umfassenden Zeit, taucht eine Reihe von Verfahren auf, die alle von einem besonderen Wert sein sollten, und teils öffentlich zur Diskussion gestellt, teils geheimnisvoll behandelt wurden. Sie konnten nichts bringen, was nicht auf bekannte Art zu erreichen war. So verschwanden sie auch bald wieder, ohne die technische Handhabung der Sudführung befruchtet zu haben.

Einige riefen das Interesse mehr hervor. Dazu gehört u. a. das Schmitzsche¹⁾ Verfahren, dessen Eigenart darin bestand, daß eine Diastaselösung von der Maische abgezogen wurde, das gesamte übrige Maischgut dann allmählich hochgemaischt, schließlich gekocht, kochend

¹⁾ W. Windisch, Wochenschrift f. Brauerei 1897, Nr. 52 und 1898 Nr. 6 und 19. Ehrlich, Der Bierbrauer, 1898.

heiß abgeläutert, ausgesüßt, und die Diastaselösung darauf der Würze nach Abkühlung auf 65—70° C zwecks Verzuckerung der durch das Kochen der Maische noch aufgeschlossenen und von der Würze mitgeführten Stärke zugesetzt wurde.

Nicht sollte gewöhnliches Schrot, sondern Mehl, höchstens feinstes Schrot verarbeitet werden, um höchste Ausbeute zu erzielen, und auch vor dem Kochen der Maische schon möglichst die Stärke bis auf geringe Reste zu verzuckern, damit bei der Nachverzuckerung keine Verzögerung oder auch Gefährdungen entstehen.

Das Verfahren hat vereinzelt kurze Zeit Anwendung gefunden, gehört jetzt aber nur noch der Geschichte an, da es in dem beanspruchten Maße Einfachheit, Sicherheit und höhere Ausbeute nicht brachte. Man machte auch die Feststellung, daß Abläuterung und Aussüßung, vor allem bei schlecht gelöstem Malz, sich zu unliebsam verzögern. Die Gefahr der Verzögerung und Behinderung der Verzuckerung schreckte ab, die um so größer war, je weniger die Möglichkeit bestand, wirkliches Mehl zu verarbeiten. Auch wurden die Erwartungen auf höchste Ausbeuten dadurch vernichtet, daß bei Verwendung von Schrot schlechthin die Schrotteilchen zwar durch das Maischekochen erweicht wurden, die eingeschlossene Stärke aber umschlossen in den Trebern zurückgehalten, und der nachträglichen Verzuckerung durch den „kalten Satz“ nicht mehr zugänglich gemacht wird. Wirkliches Mehl war und ist aber über die Schrotmühlen nicht herstellbar.

So blieb das Verfahren, das die „alte Satzbrauerei“ in technisch vollkommenerer Form wieder aufleben lassen wollte, in der Diskussion stecken.

7. Verfahren von Rutschmann und Rothenbücher

Auch das R u t s c h m a n n s c h e (1901) Verfahren, welches als sog. Kesselmaisverfahren bekannt ist, baute sich auf der Verwendung des „kalten bzw. warmen Satzes“, und der Kochung der unter Umständen erst nach Aufmaischen auf 70° C vom Satz (Diastaselösung) getrennten Gesamtmais auf. Doch wird bei dem Verfahren der Nachteil des S c h m i t z s c h e n insofern umgangen, als nicht die Diastaselösung zu der abgeläuterten Würze, sondern zu der Maische selbst zugesetzt wird, nachdem diese soweit als angängig verzuckert, dann gekocht wird, und im Kessel selbst auf angemessene Temperaturen herabgekühlt ist, worauf dann erst nachträglich vollständige Verzuckerung und Aufmaischen zur Abmischtemperatur erfolgt.

Mit der Idee sollte die Beschränkung der Sudhauseinrichtung auf zwei Geschirre (Maisch- zugleich Läuterbottich, Maischpfanne zugleich Würzepfanne) unter technisch-wirtschaftlichen Vorteilen Verwirklichung finden. Sie hat indes nicht in der Praxis Fuß fassen können.

Dieses sowohl, wie das vorige Verfahren besitzt in praktischer Ausführung und technischer Auswertung keine Überlegenheit.

Gewissermaßen als Ein-Maischverfahren haben sie sich in anderer Form durchgesetzt, und vielfach Anwendung gefunden. Dabei wird von der Benutzung des „Satzes“ in Form der Lautermäische Gebrauch gemacht. Auch wird die gesamte dicke Maische gekocht, der Anteil an Lautermäische indes so groß genommen, daß nach Zubrühen der Dickmaische zu der Lautermäische die Abmaischtemperatur erreicht, doch nicht überschritten wird, so daß eine vollständige Verzuckerung beim Aufmaischen bis zur Abmaischtemperatur bzw. zuletzt bei der Abmaischtemperatur erfolgt. In der Einfachheit ist ein solches Verfahren kaum zu übertreffen.

Den vergelichen Versuch, nur reines Malzmehl zu verarbeiten, machte auch R o t h e n b ü c h e r (1905). Es gelang ihm nicht, mit seinem Schwammfilter die Würze von dem schleimig-teigigen Satz abzuziehen. Den Schwammfilter legte er in den Läuterbottich, überdeckte ihn mit Siebplatten, und pumpte den Teig, von dem vorher die darüberstehende Würze abgezogen war, darauf. Die Schwammschicht verschlammte in kurzer Zeit, und ließ keine Würze mehr ablaufen.

8. Das Kubessa-Verfahren

In dem K u b e s s a-Verfahren (1902), welches in der gesonderten Vermaischung von Gries, Mehl und Spelzen besteht, kam eine Idee zur praktischen Ausführung, welche in ihren Grundzügen schon M u n t z zur Durchführung von Versuchen veranlaßt hatte.

Nach dem Patent soll folgendermaßen verfahren werden: „Der Gries wird gesondert eingemaischt, die Griesmaische verzuckert und gekocht. Diesem Produkt setzt man die gesondert hergestellte Malzmehlmaische in der Weise zu, daß in einem Wurf eine Verzuckerungstemperatur von etwa 75° C erreicht wird. Hierauf setzt man den aus den Hülsen mit Wasser hergestellten Extrakt zu, hält in der Mischung kurze Zeit eine Temperatur von etwa 75° C inne, erhitzt die Mischung ev. bis 93° C und läutert sodann mit Hilfe der extrahierten Hülsen in bekannter Weise ab ¹⁾.“

Für die praktische Durchführung des Verfahrens haben sich mannigfache Verschiedenheiten herausgebildet. Dabei hält man an der Hauptsache, nur die Griesse zu kochen, wie es vorher schon M e r z ²⁾ getan hatte, fest; extrahiert aber die Spelzen nicht, sondern läßt zu der gesonderten Spelzenmaische, gleich wie M e r z, die gekochte Griesmaische zulaufen. Hierauf wird die Mehlmäische, oder auch das trockene Mehl, welches nach dem M e r z schen Verfahren schon mit den Spelzen zusammen eingemaischt und in der Spelzenmaische enthalten ist, zugelassen, die Ge-

¹⁾ Dt. Reichspatent 151 144; Wochenschrift f. Brauerei 1905, Nr. 1.

²⁾ M e r z, Wochenschrift f. Brauerei 1905, S. 493.

samtmaische dann den jeweiligen Zwecken entsprechend, in angemessener Zeit hochgemischt, und auf Abmaischtemperatur gebracht ¹⁾).

Die anfänglich in den Vordergrund geschobene Idee, mit dem Verfahren hauptsächlich zur Erreichung höchster Ausbeuten unter weitgehender Vereinfachung des Sudverfahrens zu kommen, erweitert sich in den späteren Jahren mehr und mehr zu einem Qualitätsverfeinerungs-Verfahren.

In Bestätigung der Bühlerschen Feststellungen ermöglicht das Verfahren, bei welchem die gesamten Griesanteile gekocht werden, durch das Kochen die vollständigste Aufschließung der in den Griesen enthaltenen Stärketeile, sowie weitgehendste Aufschließung des Eiweiß, ohne aber der vollständigen Extraktion von Mehl abträglich zu sein, obgleich das Mehl nicht gekocht wird. Allerdings ist es erforderlich, die Spelzen möglichst von eingeschlossenen Gries-, und besonders den harten Kornspitzenteilen zu befreien, um Ausbeuteverluste zu vermeiden, da die Spelzen nicht gekocht werden, und sich damit der Aufschließung entziehen.

Bedeutungsvoller ist das Verfahren geworden für die Herstellung von geschmacksfeinen, hellen Bieren. Durch Ausschaltung der Spelzen aus dem langen Gang des Maischens, und vor allem aus dem Kochprozeß wird die Lösung von unliebsamen harten, herben und strohigen Geschmacksstoffen, wie von gelbbraunlich-rötlichen, farbunreinen Farbstoffen, wenn nicht vollständig verhindert, so doch auf das äußerste eingeschränkt.

Diese Auswirkungen machen sich in letzter Zeit mehr und mehr Brauereien zunutze, zumal damit die Möglichkeit gegeben ist, weniger edle, dickspelzige Gersten mit Vorteil für feine, im Farbton zum Teil überlichte Biere herzustellen. Aber auch selbst bei Verwendung von Malzen aus feinen Gersten bedienen sich Brauereien verschiedentlich des Verfahrens, um durch diese hervorstechenden Eigenschaften ihre Biere hervorzuheben, die in verschiedenen Kreisen, bzw. Gebieten bevorzugte Nachfrage finden.

Allerdings zeigen diese Art Biere, wenn sie aus zu lichten Malzen hergestellt werden, allermeist Neigung zu Geschmacksflüchtigkeit. Sie halten bezüglich malzaromatischer Geschmackskörper auf Zunge und Gaumen nicht. Einen gewissen Ausgleich sucht man dafür in der Art der Hopfengabe und -kochung zu schaffen.

9. Das Vormaischen.

Bei der alten Bayrischen Brauweise, mit dem kalten Einmaischen, muß die Maische nach Beendigung des Einmaischens 3—4—5 Stunden stehen, weil erst Wasser in einem Kessel gekocht werden mußte, um damit

¹⁾ U. a. Bleisch, Zeitschrift f. ges. Brauwesen 1907, S. 489.

aufzubrühen. Auf diese Weise entstand eine gewisse Art des Vormaischens.

W. Windisch¹⁾ nahm das Verfahren von neuem auf, wobei er feststellte, daß in Abhängigkeit von Zeit und Temperatur des Vormaischens, sowie von Beschaffenheit und Schrot des Malzes, als Wirkung stärkerer enzymatischer Betätigung — der diastatischen, zytatischen, proteolytischen und phosphatatischen Enzyme — eine Steigerung der Ausbeute zu erreichen ist, die bis zu 2% und mehr betragen kann.

Im Sinne des Vormaischens ist auch die sog. Eiweißrast zu betrachten.

Der Praxis bot diese Anregung wiederum vielfachen Anlaß, das Vormaischen unter den verschiedensten Verhältnissen zu erproben, sowohl bezüglich der Zeitdauer als der Temperatur. Aus Gründen der größeren Sicherheit, und da es die einfachste Arbeitsweise war, zog man es allermeist vor, bei gewöhnlicher Temperatur einzumaischen.

Ließen sich im Gang des Sudverfahrens im allgemeinen ungünstige Erscheinungen nicht beobachten, eher sogar günstigerer Verlauf der Verzuckerung, Abläuterung usw., und vor allem höhere Ausbeute feststellen, so machte man doch an den Bieren allermeist die Beobachtung, daß sie sich nicht vorteilhaft, vielmehr in nachteiliger Art von den alten Bieren unterschieden. Die dunkleren Biere ließen diesen ungünstigen Einschlag weniger oder nicht erkennen, bei den lichten Bieren trat indes ein ins kupfer-rötliche gehender Farbeneinschlag ein, und eine befremdende, durch eine gewisse Herbheit gekennzeichnete, von den Spelzen herrührende Geschmacksänderung. Es bedeutete das eine Abdrängung der Eigenschaften nach der unedlen Seite.

Dazu kam die Infektionsgefahr der Maischen, die zum Teil von den übelsten Erscheinungen begleitet war. Namentlich zur Sommerszeit war diese Gefahr nicht immer leicht zu bannen. Bei den hohen Temperaturen, welche im Sudhaus zu herrschen pflegen, sind die Bedingungen für gefahrbringende Entwicklung von „wilden Bakterien“, Bakterien des Malzes, die denkbar günstigsten. Buttersäure-, Milchsäure- und Termobakterien können in üppigster Weise wuchern. Nicht selten waren die Fälle, bei welchen Säurungen dieser Art auftraten, welche für Würze und Bier gefährlich werden mußten. Wenn auch das Kalthalten der Maische durch Eis die Gefahr zu beseitigen bzw. einzuschränken vermochte, so waren doch die nicht völlig auszuschaltenden Unsicherheiten Grund genug, das Interesse der Praxis für ein Vormaischen in diesem Sinne mehr und mehr abgleiten zu lassen.

Je mehr dann auch mit der Anwendung kürzerer Maischverfahren sich die Qualität der Biere besserte, um so mehr wandte man sich von dem Vormaischen ab, das schließlich wegen der zu langer Zeit in Anspruch

¹⁾ Wochenschrift f. Brauerei 1909, Nr. 2, 4, 6, 7, 8, 9, 41 u. a. m.

nehmenden Sudhausarbeit, der Gefahr der wilden Säuerung der Maische, der qualitativ ungünstigen Auswirkungen auf das Bier, kaum noch Anwendung gefunden hat.

10. Druckmaisungsverfahren

Bei den bekannten Maischverfahren, wie sie auch gestaltet sind, werden die Stärkebestandteile nicht restlos aufgeschlossen. Die Jodreaktion läßt immer noch durch Blaufärbung Einschußteilchen von Stärke erkennen. Es war daher nur ein begreifliches Unterfangen, im Zuge der technischen Entwicklung der Sudhausarbeit auch diese Reste zur Aufschließung zu bringen zu suchen.

Nahe lag die Idee, sich dabei des Druckes zu bedienen.

Bekanntlich ist der Dämpfer ein unentbehrlicher Apparat in der Brennerei, um die Kartoffelstärke aufzuschließen. Auch in den Mais und Reis verarbeitenden Brauereien fehlt der Druckkocher nicht.

So ist auch früh schon, wie aus Mitteilungen von Reinke¹⁾ hervorgeht, die Behandlung der Malztreber mittels Druck zur Gewinnung der letzten Stärkereste versucht worden, ohne daß indes sich daraus ein anhaltendes Interesse seitens der Brauereien entwickelte.

Dann nahm u. a. Jung (1897) die Frage wieder auf, ließ aber von der Verfolgung der Idee wieder ab, da ihn die Ergebnisse nicht befriedigten. Im größeren Umfange wurden sie dann erst wieder 1909 von ihm mit besserem Erfolge aufgenommen.

Jung verfuhr in der Weise, daß, nachdem in irgend einer Weise der Sudprozeß durchgeführt, die Würze restlos von den Trebern abgezogen, und die Treber vollständig ausgesüßt worden waren, die Treber mit Wasser unter Druck aufgeschlossen wurden, die Flüssigkeit abgeläutert und zum Einmaischen des nächsten Sudes verwendet wurde. Zum Aufschließen wurde ein Läuterbottich (Läuterbottichautoklav) benutzt. Um die Bedingungen für die Aufschließung tunlichst günstig zu gestalten, wurden die Treber mit einem Propeller-Rührwerk, das auf eine Umdrehungszahl von 30 je Minute eingestellt war, während der 20—30 Minuten dauernden Druckbehandlung durchgemischt. Die ganze Behandlung von Beginn der Beschickung des Autoklaven bis zur Abläuterung nahm eine Zeit von 3½ Stunden in Anspruch.

Um die Aufschlußflüssigkeit für einige Zeit zu konservieren, falls sie nicht gleich wieder zum Einmaischen des nächsten Sudes Verwendung fand, erwies sich als wirksames Hilfsmittel, sie bei einer Temperatur, welche stets oberhalb 75° C zu halten war, aufzubewahren.

Abweichend von dem Jung'schen Verfahren gingen Schwensen und Lazarus²⁾ vor. Sie läuterten nur die Vorderwürze ab, und

¹⁾ Reinke, Wochenschrift f. Brauerei 1890, S. 650.

²⁾ Schwensen und Lazarus, Wochenschrift f. Brauerei 1910, S. 440, desgl. 1914, Nr. 52 (W. Windisch).

setzten die Treber samt der in ihnen enthaltenen Würze nach Zusatz einer gewissen Menge Wasser der Druckbehandlung aus, welche im übrigen wie beim Jungverfahren durchgeführt wurde. Nach der Behandlung wurden die Treber dann auf Verzuckerungstemperatur abgekühlt, und mit stärkefreier Diastaselösung (klarer Vorderwürze) behandelt.

Das mit dem Druckmaischen erstrebte Ziel, die letzten Stärkereste zu gewinnen, wurde erreicht. Die jodbehandelten Treber zeigten keine Stärkereaktion mehr. Eine wesentliche Ausbeuteerhöhung war der Erfolg. Es wurde eine Steigerung bis zu 5,5% erreicht.

Die erzielte Mehrausbeute war aber nicht allein, oder hauptsächlich, wie man erwartet hatte, auf die restlose Gewinnung der Stärke zurückzuführen, sondern zugleich auf eine weitere Aufschließung von Hemizellulosen, Eiweiß und Mineralbestandteilen. Die Stärke war wohl in einem wesentlichen, nicht aber immer überwiegenden Umfange beteiligt. Meist überwog von allen Bestandteilen das Eiweiß. Wesentlichen Anteil hatten auch die Hemizellulosen, den geringsten indes die Mineralbestandteile.

Das prozentuale Verhältnis der durch Druck aufgeschlossenen Bestandteile untereinander stellte sich z. B. auf Grund der von den Jungschen Versuchen stammenden Zahlen ¹⁾ auf: 10—50% Stärke, 15—30% Hemizellulosen, 30—50% Eiweiß, 8—12% Mineralbestandteile.

Die Druckmaisch-Biere kennzeichneten sich durch einen besonderen Geschmackseinschlag, welchen man in der Fachsprache mit „brodig“ bezeichnet. Bei hellen Bieren ist er nicht erwünscht, bei dunklen sieht man ihn vielfach gern. Die nach dem Schwensen-Lazarus-Verfahren hergestellten zeigten ihn in stärkerem Maße, als die nach Jung. Außerdem stellte sich als Folge der Druckbehandlung aus der Zersetzung der Pentosane eine weitere Geschmacksverschiebung ein durch Bildung von Furfurol, was dem Bier auch wieder nachträglich sein mußte. Dazu kam ebenfalls als Folge der Druckbehandlung eine Farbzunahme, welche die Wirkung von Karamellisierungsvorgängen bei den überhöhten Temperaturen während der Druckbehandlung war, und die auch wieder bei ersterem Verfahren stärker zum Ausdruck kam.

Konnten diese Einflüsse in ihrer Gesamtheit mehr oder minder bei dem Jungschen Verfahren so abgedämmt werden, daß die Biere von der Kundschaft nicht ungern aufgenommen wurden, so gelang es doch nicht, dem Verfahren eine Zukunft zu sichern, noch weniger dem Schwensen-Lazarusschen. Besonders traten die ungünstigen Einwirkungen hervor, wenn Wässer mit mehr oder weniger hohem Karbonatgehalt verwandt wurden (Keil).

¹⁾ Jung, Zeitschrift f. ges. Brauwesen 1909, Nr. 41 und 42. Rigaud, Desgl. 1910, Nr. 50 und 51.

Soweit mir bekannt, versuchten einige Brauereien das Druckmaisverfahren zu halten. Nach und nach mußten sie indes davon abkommen. Ob heutzutage noch irgend eine Brauerei danach arbeitet, ist mir nicht bekannt.

Kapitel IV

Die Einrichtungen zum Maischen

A. Maischbottich und Pfanne

In emsiger Arbeit, an der die brautechnischen Forschungsanstalten, wie die Brauereilaboratorien im Wettstreit miteinander, und in gegenseitiger Anregung und Befruchtung in gleicher Weise beteiligt waren, war Erkenntnis zu Erkenntnis in der Durchforschung der Vorgänge, die sich beim Maischen vollziehen, zusammengekommen. Jahrzehnte waren so dahingegangen.

Den Fortschritten in der wissenschaftlichen Durchdringung waren die Umgestaltungen der praktischen Durchführung gefolgt. Sie wurden ermöglicht und unterstützt durch die Entwicklung der Kenntnisse der Baustoffe und Bauformen für die Maischbehälter und die Entwicklung des Maschinenwesens.

Die Einrichtungen des Sudhauses verloren mehr und mehr ihre Primitivität.

Neben dem alten länglich-viereckigen, oder auch quadratisch-viereckigen Maischstock, bzw. Maischkufen entsteht der runde Maischbottich, dem allerdings P a u p i e nicht den Vorzug vor dem viereckigen einräumt. Dieser Übergang vollzieht sich um so mehr, je mehr das Holz dem Eisen Platz macht, und maschinelle Einrichtungen zum Durchmais des Maischgutes zur Anwendung gelangen.

Der M a i s c h b o t t i c h , welcher zum Wärmeschutz mit doppeltem Mantel und Deckel versehen ist, behält die geringe Tiefe des alten Stocks, die nicht kleiner als etwa $1\frac{1}{4}$ und nicht größer als etwa $1\frac{3}{4}$ m sein soll. Dabei soll die Maische nicht höher als 1—1,10 m hoch stehen.

Die P f a n n e ist entweder länglich-viereckig oder rund. Die Ansichten über die Form schwankten hin und her. Die runde Form soll nach H e i ß viel in kleineren Brauereien bis in die 50iger Jahre des vorigen Jahrhunderts verwandt worden sein. In den größeren gab man der viereckigen Form den Vorzug.

Die Pfanne sollte mindestens so groß sein, wie die Hälfte des Gebräus (der Ausschlagwürzmenge) ausmacht, und meistens nur 40 cm, nicht aber tiefer als 60 cm sein; den hölzernen Rand von etwa 30 cm Höhe nicht mitgerechnet, welcher auf die Pfanne noch aufgesetzt wird. Nach P a u p i e sollte sie mit einem Deckel aus Holz versehen sein. Später ersetzte man ihn durch einen kupfernen, entfernte aber auch diesen wieder wegen

angeblicher Unzweckmäßigkeit, und ließ jede Bedeckung fort, bis man schließlich wieder zur geschlossenen, nun aber mit Haube und Dunstabzug versehenen Pfanne zurückkehrte.

Die Auffassungen über die Form bleiben uneinheitlich. H a b i c h z. B. gibt im allgemeinen der runden Form den Vorzug, da u. a. der Kessel weniger Material erfordert.

Die Pfanne ist sowohl Maisch- wie Würzekochpfanne.

Um den Nachteil der langsameren An- und Durchkochung bei den Kesseln, die tiefer gebaut werden, auszugleichen, macht H a b i c h, wie es seit langem schon Einrichtungen in englischen Brauereien aufweisen, den Vorschlag, dem Boden des Kessels eine Wölbung nach innen zu geben, und die Kuppelhöhe derselben bis auf ev. 30 cm auszudehnen. Es würde damit erreicht werden, was besonders für die Kochung der Würze Bedeutung hat, daß sich die heißesten Brenngase unter der Kuppel als dem höchsten Punkt des Feuerraumes sammeln, und ihre Wärme hier am schnellsten abgeben.

Der Wärmeartrieb wird hier also von den Wänden fort, und unter die Mitte des Bodens verlegt. So ist hier schon die Idee verwirklicht, die Würze von unten her zum Kochen zu bringen, und damit h i e r s c h o n der U r s p r u n g der H o c h l e i s t u n g s p f a n n e n zu finden, die seit kurzem eine wertvolle Neuerscheinung in der Sudhauseinrichtung bilden, und die wegen ihrer außerordentlich starken Durchkochung, der intensiven Umwälzung und hohen Verdampfung sowie der dadurch hervorgerufenen schnelleren und ausgiebigeren Koagulation dem größten Interesse der Praktiker begeben.

Die Auffassung über die Form wendet sich später mehr und mehr der Kesselform zu, die nunmehr die bevorzugte bleibt, namentlich nach dem die Dampfkochung eingeführt und vorherrschend geworden ist. Von Einfluß war aber auch dabei der Übergang vom einfachen zum doppelten Sudzeug, bei welchem zum Kochen von Maische und Würze getrennte Pfannen verwendet werden. Als Rührwerk hat man lange Zeit die auf dem Boden schleifende Kette verwendet, bis sie durch den vielgeeigneteren Propeller verdrängt wurde.

Auch das Eisen mußte nach und nach weichen und dem dauerhafteren und wärmeleitungsfähigeren Kupfer Platz machen.

B. Maischapparate

1. Vormaischer

Die einfachsten Hilfsmittel zum Vermischen von Schrot und Wasser¹ und zum Verrühren der Maische waren lange Zeit hindurch das Maisch-scheit bzw. die Maischrücke. Sie genügten so lange, als noch der Brauereibetrieb klein war, und handwerksmäßig ausgeübt wurde. (Abb. 16.)

Der Übergang zu größeren Sudhausgeschirren gab dann die ersten Anregungen zur Einführung maschineller Vorrichtungen. So entstehen Misch- bzw. Maischapparate, welche entweder außerhalb, oder im Bottich angebracht sind.

Die ersteren dienen als *Vormaischer*, welche Schrot und Wasser miteinander zu einem Brei vermischen sollen, ehe sie in den Bottich gelangen. Teilweise werden sie durch die Maischwerke im Bottich ergänzt, teils genügen sie allein zum Durchmischen und Durchmaischen. Besonders ist dieses dann der Fall, wenn, wie in England, ein Kochen von Maische nicht stattfindet, und auch ein Aufwärtsmaischen nicht gebräuchlich ist.

Ein, besonders wieder in englischen Brauereien, selbst bis in die jüngste Zeit, sehr gebräuchlicher Vormaischer (System Steel¹⁾, oder ähnliche Konstruktionen) besteht aus einem weiten zylindrischen Rohr, das sich an das aus dem Malzschrotkasten führende Schrotrohr rechtwinklig anschließt, und auf dem Maischbottich aufliegt. Es enthält auf einer, in der Längsachse verlaufenden Welle spiralförmig angeordnete, senkrecht stehende Messer, welche Schrot und Wasser mischen, und das Maischgut dem Auslauf zum Bottich zuführen. Auch analoge, geschlossene zylindrische Apparate dienen demselben Zweck.

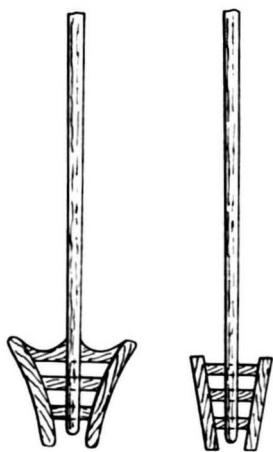


Abb. 16. Maischschneit
(Maischkrücke)

Diese Vormaischapparate haben sich indes in festländischen Brauereien nicht, oder nur in seltenen Fällen eingeführt, und dann auch nur kurzen Bestand gehabt.

Statt ihrer sind die Maischwerke im Bottich zur Aufnahme gekommen. Als vorbereitende Hilfsapparate für sie dienen die fast allgemein gebräuchlich gewordenen kleinen, in das Schrotrohr eingebauten *Vormaischer*.

Diese bestehen im allgemeinen aus einem Gehäuse, und enthalten verschiedenartig angebrachte, schräg gestellte Bleche oder auch wohl Hohlkörper und Wasserzuführungsanlagen. Das in das Gehäuse fallende Malz wird von dem entgegengespritzten Wasser genäßt und stürzt als breiige Masse in den Maischbottich.

Solche Apparate baute u. a. Riedinger. (Abb. 17.)

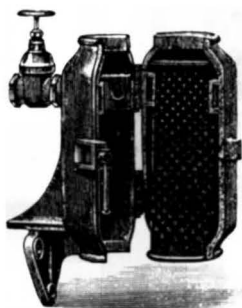


Abb. 17. Vormaischer
(Riedinger)

¹⁾ H a b i c h, Die Schule der Bierbrauerei. F. S c h ö n f e l d, Ober-gärige Biere; auch Wochenschrift f. Brauerei 1901. Nr. 37—45.

Der Vormaischapparat von Lipps enthält statt Bleche drei Reihen runder, gegeneinander versetzter Eisenstäbe. In der oberen Öffnung sind zwei keilförmige Stäbe zur Verteilung des Schrotes angebracht, das durch die Spalten zwischen den Stäben herabfällt, und

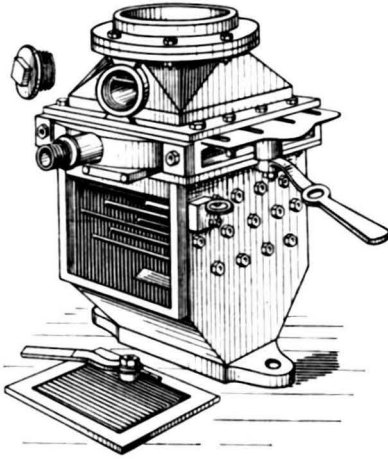


Abb. 18. Vormaischer (Lipps)

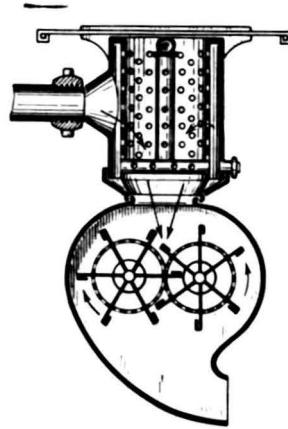


Abb. 19. Vormaischer (Thomson)

von dem entgegengespritzten Wasser genäßt wird, worauf das Naßgut dann über die drei Stabreihen und einen am Ausguß befindlichen keilförmigen Stab ausfließt. (Abb. 18.)

Ein zu dieser Art von Vormaischern gehöriger Apparat, Thomson, der zugleich aber auch die Maischmaschine im Bottich ersetzt, und in amerikanischen Brauereien benutzt wurde, benetzt in üblicher Weise das Schrot beim Herabfallen. Das Naßgut gelangt dann in den unteren Teil des Apparates, und fällt auf zwei ineinandergreifende Räder, die durch das Aufschlagen in dauernde Bewegung versetzt werden, und das Maischgut unter Verhinderung von Klumpenbildung noch vollständiger durcheinandermischen.

(Abb. 19.)

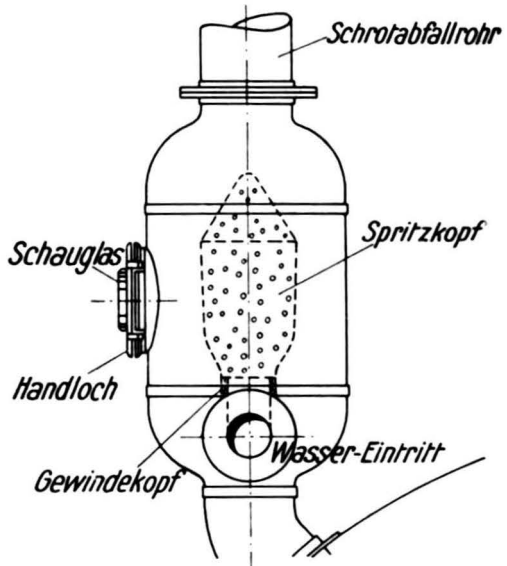


Abb. 20. Vormaischer (Ziemann)

Die alten Vormaischer begegneten nun aber eine Zeitlang lebhafter Ablehnung von vereinzelter wissenschaftlicher Seite, so daß es fast schien, als ob auch die Praxis sich von der Benutzung derselben abwenden würde. Das erwies sich indes als irrig. Im Gegenteil behielt man immer die Überzeugung, daß auf diesen Apparat im Sudhaus als unentbehrliches Hilfsmittel für die Benetzung des Schrotcs vor dem Einfallen in den Maischbottich nicht verzichtet werden könne.

So sieht man denn heute überall den Vormaischer an der bekannten Stelle des Schrotrohres, der im großen und ganzen seine alte Form behalten hat. (Abb. 20.)

2. Maischvorrichtungen im Bottich ¹⁾

a) Die ersten maschinellen Vorrichtungen (zum Maischen und Aufhacken)

Die ersten maschinellen Vorrichtungen entstehen in englischen Brauereien.

Die Bileysche Maschine (1793) trägt an einer, in der Mitte des Bottichs angebrachten senkrechten Schraubenwelle wagerechte Arme

mit senkrechten Messern.

Cooper (1793) gibt den Messerarmen planetenartige Bewegung. Sie drehen sich nicht nur um die senkrechte Mittelwelle, sondern auch um ihre eigene Achse.

Die Messer werden auch schaufelartig geformt, auch rechenartig ausgebildet (Matterface 1807). (Abb. 21.)

Das Planetensystem wird vorbildlich für Maischwerke in Deutschland.

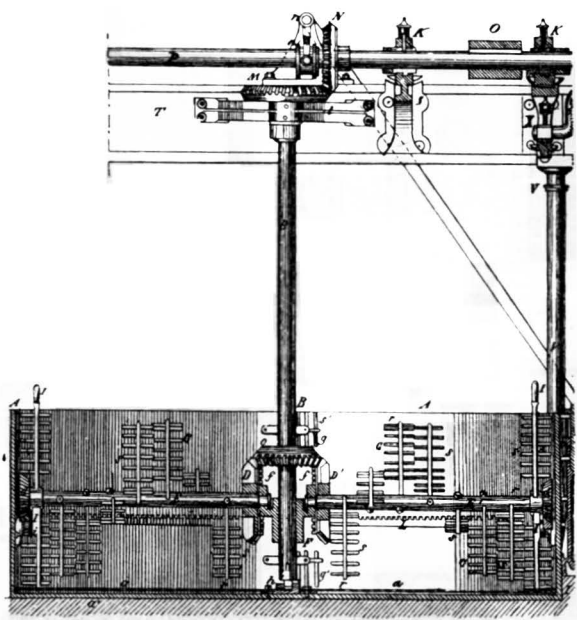


Abb. 21. System Matterface

¹⁾ H a b i c h, Die Schule der Bierbrauerei. F a ß b e n d e r, Die mechanische Technologie der Bierbrauerei und Malzfabrikation, 3. Bd. H e i n z e l m a n n, Maschinen zum Maischen, Aufhacken und Austrebern, Wochenschrift f. Brauerei 1912, Nr. 44—50.

Riedinger, Augsburg, tritt mit einer Reihe neuer Konstruktionen auf, welche teils für kleinere, teils für größere und größte Bottiche bestimmt sind.

Eine einfache Konstruktion ist z. B. folgende: Zwei in der Mitte angebrachte ineinandersteckende Vertikalachsen setzen unten ansitzende

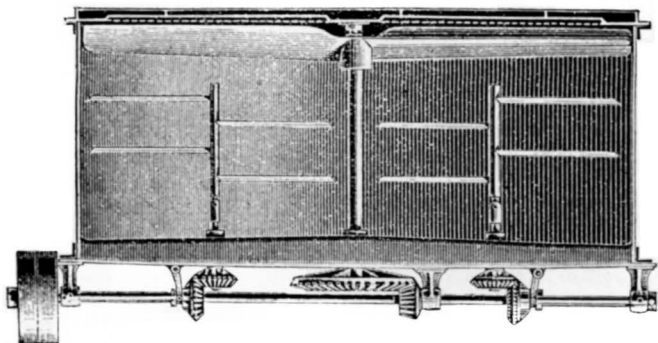


Abb. 22. Maischapparat (Riedinger)

Flügel in einander entgegengesetzte Bewegung. Außer der Hauptachse sind noch Nebenachsen, ebenfalls vertikal gerichtet, vorhanden, welche einein-, oder auch zwei-, oder auch drei-, oder auch vierpaariges Flügelsystem tragen. Die Flügel werden auch gegeneinander versetzt angeordnet. Sie drehen sich entgegengesetzt um ihre eigene Achse. (Abb. 22.)

Schwalbe & Sohn (Germania), Chemnitz, 1859, bauen nach dem Planetensystem eine Maschine, bei welcher die beiden in Form

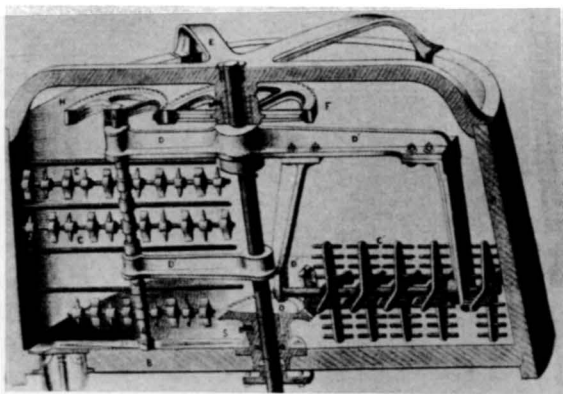


Abb. 23. Maischapparat (Schwalbe & Sohn)

und Anordnung verschiedenen Rührer nicht in derselben, sondern in einander entgegengesetzter Richtung arbeiten. (Abb. 23.)

Das Messer- bzw. Schaufelsystem erhält nach und nach verschiedenste Form.

U. a. wird das System z. B. derartig gestaltet, daß die Schaufelstäbe gekrümmte Form erhalten, und ihre Flügel schraubenartig an der Welle befestigt werden (Finderlein, New York).

Der Propeller entsteht (Schimper & Immen 1874) in Form eines schraubenartigen Flügels, der sich mit der senkrechten Mittelwelle wie auch um seine eigene Horizontalachse dreht.

Die Rührwerke werden heizbar gemacht (Vanderghote; Johnson 1880).

L i p p s, Dresden, bringt verschiedene Systeme heraus (1881), von denen sich das eine durch große Einfachheit auszeichnet:

Es besteht aus zwei flachen, geneigten Flügeln, die von unten angetrieben werden, und zwei an diametral gegenüber liegenden Stellen der Bottichwandung angebrachten herausnehmbaren Gittern, an denen die kreisende Maische gebrochen, und energisch durchmischt wird.

Eine andere Maschine von ihm, gleichzeitig zum Maischen und Aufhacken bestimmt, ist in jeder beliebigen Höhe vertikal verstellbar und in der Umdrehungsgeschwindigkeit regulierbar.

b) Der weitere Ausbau (zum Austrebern)

a) Die Ausrüstung mit Schaufeln, Hacken, Haspeln.

Mehr und mehr dienen die Maschinen nicht nur zum Maischen, sondern auch zum Aufhacken und Austrebern.

Die Maschine von B e c k und R o s e n b a u m, 1882, trägt einen aus zwei Teilen bestehenden Rührflügel. Der eine Teil besteht aus rechen-

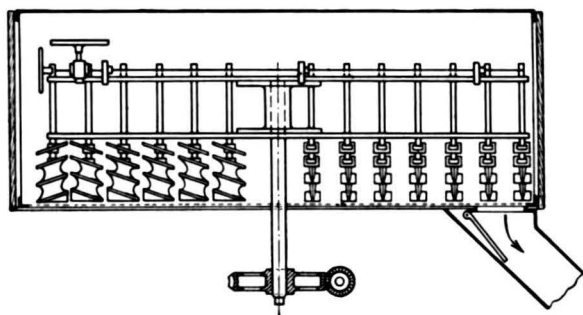


Abb. 24. Maischapparat (Hartmann)

förmigen, der andere aus plattenförmigen Flügeln. Jeder Teil läßt sich getrennt in Benutzung nehmen, und vertikal verschieben. Beim Maischen werden die plattenförmigen Flügel zwischen die Rechen geschoben, beim Um-

hacken werden die plattenförmigen hochgehoben, und nur die gitterförmigen in Bewegung gesetzt.

Bei der Maschine von H a r t m a n n, Offenbach, 1888, ist an zwei horizontal übereinander liegenden diametralen Tragarmen ein System von Schaufeln befestigt, die horizontal wie vertikal zu verstellen sind. Jede an einem vertikalen Stiel befindliche Schaufel besteht aus einer vertikalen Platte, deren Seitenkanten schneidentartig auslaufen. An den beiden Seiten der Platte befinden sich gegen die Horizontale geneigte Stege. Die auf der einen Seite der Welle befindlichen Schaufeln sind so versetzt, daß der Zwischenraum zwischen ihnen durch die entsprechenden diametral

angeordneten Schaufeln der Welle der anderen Seite gedeckt ist. Vor Beginn des Aufhackens werden die Schaufeln in ihre höchste Lage gebracht, und allmählich heruntergelassen, um von Schicht zu Schicht die Treber aufzulockern. (Abb. 24.)

Die Maschine von R i e d i n g e r besteht aus einer von unten angetriebenen Achse, durch welche vermittels eines Systems von ineinander greifenden konischen Rädern ein an einer horizontalen Achse befestigter Haspel in kreisende und in eine um die eigene horizontale Achse drehbare Bewegung gesetzt wird.

Bei der Maschine von M ü l l e r, Cannstadt, wird der Haspel durch den von den Trebern erzeugten Widerstand bei der Rotation der senkrechten Hauptwelle in Umdrehung versetzt.

Bei der Maschine von L i p p s (Germania-Chemnitz) sitzen an einer wagerechten Achse schraubenartig angeordnete Schaufeln. (Abb. 25.)

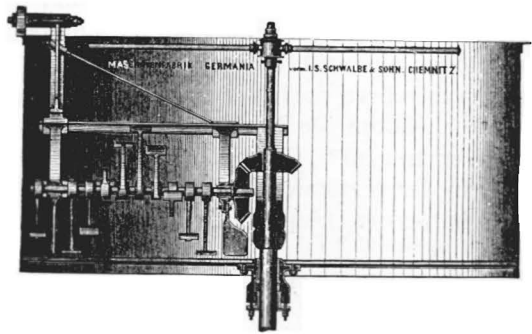


Abb. 25. Maischapparat (Germania)

Diese Systeme haben das gemeinsam, daß die Hackerwellen (Haspeln usw.) beim Aufhacken eine wesentlich größere Anzahl von Umdrehungen (bis 40 je Minute) machen

als die fortschreitende (kreisende) Bewegung des Rahmens, welche in der Zeit nur 1 bis 2 Umdrehungen macht. Beim Austrebern wird die Umdrehung der Hackerwelle verlangsamt, bzw. ausgeschaltet, die fortschreitende Bewegung des Systems aber beschleunigt.

Die Aufhack- und Austrebermaschine von B u r c k h a r d t & Z i e s l e r, 1891, besteht aus einem rechtsseitigen und linksseitigen Rahmenteil. Der eine bildet den Umhacker, der andere, der aus einer Reihe von Spindeln besteht, die unten Blechschaufeln tragen, dient zum Austrebern. Die Spindeln mit den Blechschaufeln sind verstellbar. Während des Aufhackens stehen die Schaufeln tangential, und schneiden in die Treber ein; während des Austreberns werden sie schräg gestellt, so daß die äußerste Schaufel die Treber von der Bottichwand fort nach innen, die inneren Schaufeln die Treber nach außen der Austreberöffnung zubefördern.

Auch N e u b e c k e r, Offenbach; W e h r l e, Emmendingen; D i e t s c h e, Waldshut, bringen neue Konstruktionen heraus.

N e u b e c k e r, 1893, benutzt den hydraulischen Druck, um von unten die Maschine zu heben. Beim Aufhacken wird die Maschine allmählich von Schicht zu Schicht gehoben, so daß sich die höhere stets locker auf die untere auflegt.

Die Maschine von *Wehrle*, gleichzeitig zum Maischen, Aufhacken und Austrebern bestimmt, und ganz aus den Trebern heraushebbar, trägt zwei, mit der vertikalen Welle fest verbundene horizontale Arme. Jeder von diesen trägt an drehbaren Hülsen nach der einen Seite Hacken, nach der anderen durchbrochene Flügel. Die Hacken sind versetzt. Die Flügel werden zum Maischen und Austrebern, die Hacken zum Aufhacken herabgelassen. Dabei werden die Flügel beim Maischen allmählich nach unten bis zu einem Winkel von 45° zum Boden, und vor Beendigung des Maischens wieder horizontal gestellt. Beim Aufhacken werden die Hacken und Flügel in horizontale Stellung gebracht, so daß die Treber in horizontaler wie vertikaler Schicht durchpflügt werden.

Dietsche, 1895, bringt bei seiner Maschine, unabhängig von den anderen Schaufeln, eine Endschaufel an, die um eine vertikale Achse drehbar, und vertikal verstellbar ist, um die Maische zwischen Bordwand und Boden aufzurühren, und nach der Mitte zu verschieben, die Treber beim Austrebern nach der Austreberöffnung zu befördern.

Noch hören die Neukonstruktionen nicht auf.

Germa nia, Chemnitz, 1901, baut eine Maschine, bei der sämtliche Teile an der vertikalen Hauptwelle angeordnet sind, und mit Ausnahme des Schaftes der Hauptwelle aus der Treberschicht herausgehoben werden.

β) Die Ausrüstung mit Messern

Die Maisch-, Aufhack- und Austrebermaschine von *Hartmann*, Offenbach, arbeitet mit Maischflügeln und Aufhackmessern. Beim Maischen werden die Messer hochgeschraubt, und die schraubenförmigen Flügel heruntergeklappt. Die Messer dienen dabei als Schlaggitter für die durch die Flügel in kreisende Bewegung versetzte Maische. (Abb. 26.)

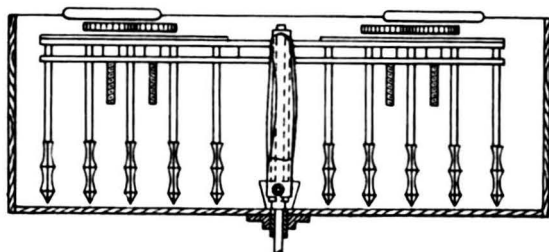


Abb. 26. Maischapparat mit Messern und Flügeln (Hartmann)

Bei einer späteren Konstruktion derselben Firma sind die Messer in der Höhenrichtung um ihre eigene Achse verstellbar angeordnet, und schneiden beim Aufhacken pflugartig in die Treber ein. Damit sie bei der kreisartigen Bewegung des Systems nicht immer dieselben kurvenartigen Bahnen ziehen, sondern auch die Zwischenstellen zwischen den Furchen lockern, werden die Messer seitlich verschiebbar gemacht.

Von den verschiedenen Konstruktionen verdient noch die von *Wehrle* erwähnt zu werden, bei welcher feststehende, vertikale dünne Messer zur Anwendung kommen. Zwischen je zwei von ihnen ist eine breite, leicht gekrümmte, drehbare Schaufel eingesetzt. Die Schaufeln

sind annähernd nach dem Radius gekrümmt, in welchem sie um die Hauptachse bewegt werden. Entsprechend gestellt, dienen sie einmal zum Durchschneiden und Auflockern der Treber, sodann zum Austrebern.

Neue Konstruktionen bringt Hellwig heraus. Auch hier kommen wieder Messer zur Verwendung, die horizontal wie vertikal verstellbar, auch mit schaufelartigen Ansätzen versehen sind, mit denen die Treber bis auf eine unberührt bleibende Filtrationsschicht durchschnitten werden.

Ähnlich ist auch die Maschine von Wulle, Stuttgart, gebaut, welche ebenfalls mit Messern die Treber von oben nach unten schichtenweise in horizontaler und vertikaler Richtung bis auf eine dünne Bodenschicht lockert.

Bei der Maschine von Schäfer & Langen führen die Messer bei der gleichzeitigen Bewegung um die Hauptachse eine spiralförmige Bewegung aus, wodurch die Treber aus der höchsten Lage in die tiefste in schräger Richtung befördert werden.

Die Vielseitigkeit der Konstruktionen ist damit indes noch keineswegs erschöpft. Die Kennzeichen ihrer Eigenart und Abweichungen ist indes zu geringfügig und praktisch bedeutungslos, als daß eine Wiedergabe für die Vervollständigung des Gesamtbildes der technischen Entwicklung der Maisch-, Aufhack- und Austrebermaschinen von Nutzen sein könnte.

Dies aus der Vielheit herausgegriffenen und zur Wiedergabe ausgewählten Konstruktionen dürften genügen, um einen Einblick in die erstaunlich vielseitige erfinderische Tätigkeit der Maschinentechnik zu gewähren, und einen Überblick über die endlosen Neukonstruktionen zu geben, welche immer wieder neue Vorzüge dieser oder jener Art vor den anderen haben sollten.

Es kann hier nicht die Aufgabe sein, in eine kritische Beurteilung der verschiedenen Systeme einzutreten.

Betrachtet man indes die Entwicklung der Maschinen von ihren Anfängen an, so fällt in die Augen, daß die Erfinder von Jahr zu Jahr zu größeren und massiveren Formaten übergingen, und daß sie den Maschinen, die zuerst auf nur eine Bewegungsrichtung eingestellt waren, und nur für einen Zweck erst dienen sollten, immer mehr Bewegungsrichtungen gaben, um nur in Erfüllung des einen Zwecks, z. B. des Maischens, wirksam zu sein. Aus einer Bewegungsrichtung wurden schließlich bis zu vier; außer dem Zweck des Maischens dienten sie dann auch zum Aufhacken und Austrebern.

So füllten mehr und mehr die Maschinenteile, die horizontalen und vertikalen Achsen und Wellen, Haspeln, Schaufeln und Messer, Getriebe und Räder den Bottich in einer Weise, daß die notwendige Handarbeit zum Reinigen von Maschinen und Bottich auf das äußerste erschwert wurde. Der Überfluß an Form und Material, die Verteuerung in Anschaffung und Unterhaltung und die Erkenntnis der Zwecklosigkeit der Übersteigerung der Form, Masse und Bewegungsart drängte nun zur Vereinfachung, die dann auch mehr und mehr Platz griff.

γ) Der Maischflügel (Propeller)

Der Maischflügel reicht aus zum Maischen und wird das vollkommendste Bewegungs- und Durchmischungsmittel.

Zum Aufhacken genügen die Messer, welche quergestellt zum Austrebern dienen, besonders Messer mit pflugartigen Ansätzen.

Der Maischflügel (Propeller) ist aber nicht nur ein Mischapparat, sondern auch eine Schleuder. Das Schleudern zerschlägt. Der Propeller unterscheidet sich somit von den anderen Maischvorrichtungen. Beim Maischen soll aber nur Schrot und Wasser innig miteinander vermischt werden, nicht aber zugleich ein Zerschlagen oder Zerreißen von Spelzen und Griesen erfolgen. Denn damit würde man die Quellfähigkeit der unzähligen kleinen und kleinsten abgelösten Teilchen, wie auch der weniger stark zerrissenen, aber gelockerten Teile erhöhen, und so schließlich Quellkörper in solchen Mengen schaffen, daß sie als schleimige Massen die Durchlässigkeit der Treber vermindern, die Läuterung verlangsamen, und die Gewinnung der letzten Extraktmengen verhindern.

Form und Tourenzahl des Propellers müssen deshalb diesen Verhältnissen Rechnung tragen, damit eine solche Nebenwirkung ausgeschaltet ist. Unbeschadet der energischen Mischwirkung läßt sich die Umdrehungsgeschwindigkeit stark herabsetzen. Wenn auch schon mit 10 Umdrehungen je Minute eine schnelle und vollständige Durchmischung erreicht werden kann, so pflegt man doch normalerweise eine Minutenumdrehungsgeschwindigkeit von 25—35 zu wählen, wie man sie auch im allgemeinen bei den andersartigen Maischwerken innehält.

Wesentlich langsamer muß der Aufhacker seine Bahn ziehen. Er braucht zwei bis drei Minuten, um einmal im Kreise herumzukommen.

Die kleinen Schwebeteilchen, welche sich an den großflächigen Spelzen, oder anderen größeren Zellgebilden niedergeschlagen haben, sollen nicht wieder losgerissen werden. Festgehalten an deren Oberflächen, oder an groben Zellmassen, oder auch eingeschlossen in größere Verflokkungen schwimmen sie bei erneutem Anzapfen nicht mit fort, und trüben die ablaufenden Nachwürzen nicht. Losgerissen aber, und herumgeschleudert werden sie mit dem Anschwänzwasser leicht durch die Treberschicht durchgerissen, bis sie erst nach und nach von den Trebern adsorbiert und festgehalten werden.

Kapitel V

Maischverfahren und Biertypen

Soweit die Maischverfahren für den Charakter eines Bieres eine bestimmte Bedeutung haben, — was jedem Fachmann bekannt ist —, so lassen sich darüber folgende allgemeine Beziehungen und Zusammenhänge aufstellen:

Langes Maischen führt zu geschmacksstarken Bieren; kurzes zu geschmackszarten.

Langes Maischekochen führt zu strengen, harten Bieren.

Betonung des Eiweißabbaues erzeugt Fülligkeit und Geschmacksrundung.

Einschränkung des Eiweißabbaues (schnelles Aufmaischen, Hochmaisverfahren) erzeugt geschmacksflüchtige, glattschmeckende milde Biere.

Die Ausschaltung der Spelzen für einen großen Teil des Maischvorganges (gesondertes Vermaischen von Gries und späteres Zumaischen der Spelzen) läßt geschmacksmilde, zarte Biere entstehen.

Im besonderen gilt: Kernige, kräftig schmeckende Biere, gekennzeichnet durch malzaromatische, gewürzige Geschmacksstoffe, die auch auf Zunge und Gaumen lange anhalten, erfordern ein mittleres bis längeres Maischverfahren (3—4 Stunden für helle; 4½—5 Stunden für dunkle Biere), wobei besonders das Maischekochen zu betonen ist. Um viel Maische kochen zu können, muß verhältnismäßig niedrig (nicht über etwa 35° C) eingemaischt werden.

Diesbezüglich steht das Drei-Maischverfahren obenan. Die Kochzeit der einzelnen Maischen wird möglichst nicht über 10—15 Minuten bei hellen Bieren ausgedehnt, kann aber bei dunklen Bieren, um die Würzigkeit noch mehr zu heben, 30—40 Minuten für die beiden ersten Maischen betragen.

Beim Zwei-, und noch mehr beim Ein-Maischverfahren empfiehlt es sich, die Dickmaische sorgfältig von der Lautermaische zu trennen und zu kochen, und die gesamte Kochzeit auf 25—40 Minuten zu bemessen.

Biere mit zarterem Einschlag, soweit es sich auch wieder um die malzaromatischen Geschmacksstoffe handelt, erfordern eine kürzere Maischzeit, und vor allem kürzeres Maischekochen. Hier sind die Zwei- und Ein-Maischverfahren am Platze. Die Drei-Maischverfahren können bei Verwendung feiner Malze geeignete Anwendung finden, wenn die Kochzeit der Maischen kurz bemessen, und das Maischverfahren auf etwa 3 Stunden beschränkt wird.

Unter dieser Einschränkung wird das Drei-Maischverfahren in verschiedenen Betrieben mit bestem Erfolg für die Herstellung von Bier vom Pilsener Typ, d. h. dem dem echten Pilsener Bier eigenen Typ, benutzt, während man sonst mehr dem Z w e i - teilweise auch dem E i n -Maischverfahren für fein gehopfte Biere den Vorzug gibt, die indes den Charakter des Ursprungs-Pilsener nicht treffen.

Für weinige und besonders zarte Biere, welche die malzaromatischen Geschmacksstoffe nicht stark hervortreten lassen, und diese auch nicht anhaltend nachwirken, sondern nach dem Trunk schnell ausklingen lassen sollen, und darum auch einen hohen Vergärungsgrad besitzen müssen, sind die Hoch-Maischverfahren am passendsten, bei denen nur wenig Maische gekocht zu werden braucht.

Es ist aber keineswegs abwegig, Hochmaisverfahren mit langer Maischzeit anzuwenden, um Biere zartester Geschmacksrichtung herzustellen. Beachtlich bleibt nur, daß eine notwendige Voraussetzung dabei die Verwendung von weichem Wasser ist.

Überhaupt soll die Wahl des Maischverfahrens immer unter Berücksichtigung der Brauwasserfrage getroffen werden.

Einem längeren Maischverfahren wird man sich ohne Besorgnis einer ins Gewicht fallenden Geschmacksvergröberung nur dann zuwenden können, wenn günstige Wasserverhältnisse vorliegen. Nicht so sehr hat dabei die Länge der Zeitdauer an sich, als ein langsames Hochfeuern von den Verzuckerungstemperaturen bis zum Kochen, und dann vor allem die Kochzeit der Maischen selbst die nachteilige Geschmacksverschiebung zur Folge.

So wird man mit einem ausgedehnten Ein- und Zwei-Maischverfahren noch feinste Biere herstellen können, wenn die Kochmaischen schnell hochgefeuert, und die Kochzeiten kurz bemessen werden.

Ganz besondere Beachtung verdient das bei dem Drei-Maischverfahren, das auf die zulässig kürzeste Zeit eingeschränkt werden sollte, und ganz besonders dann, wenn die Wasserverhältnisse nicht ganz günstig liegen. Stehen weiche Wässer nicht zur Verfügung, oder lassen sie sich durch Aufbereitung nicht schaffen, so ist es besser, von der Anwendung des Drei-Maischverfahrens überhaupt bei der Herstellung heller Biere abzusehen, wenn es darauf ankommt, sie auf besonders zarte Geschmacksrichtung einzustellen.

Kapitel VI

Maischverfahren — Ausschnitte aus der Praxis

Von den verschiedenen Arten von Maischverfahren sind nachstehend einige typische Muster in diagrammatischer Aufzeichnung zusammengestellt. Es sind nur wenige aus der überaus großen Zahl, welche mir in bereitwilligster Weise aus der Praxis als Material für mein Buch überlassen worden sind. Für dieses Entgegenkommen an dieser Stelle herzlichst zu danken, ist mir eine große Freude, und angenehme Pflicht.

Sie sind nicht die alleinigen, die als typisch für eine bestimmte Maischart gelten können. Eine Reihe anderer Diagramme hätte sich ebensogut für die Wiedergabe geeignet. Die Auswahl wurde mir deshalb nicht leicht. Mit Rücksicht auf die Vermeidung von Langatmigkeit in der Darstellung, mußte ich mich auf eine mäßige Anzahl beschränken.

Bei der Auswahl ging ich davon aus, nicht nur Beispiele von Drei-, Zwei- und Ein-Maischverfahren als solche aufzuführen, sondern davon

auch Variationen, die nach den Gesichtspunkten der Zeitdauer des Maischens und des Maischekochens, und der Art der Temperatursteigerung bei den Kochmaischen, und nach dem Zubrühen derselben zur Bottichmaische ausgesucht wurden.

So sind Drei- und Zwei-Maischverfahren mit langer und kurzer Maischzeit, sowie mit langen und kurzen Maischekochzeiten wiedergegeben; sowie Zwei- und Ein-Maischverfahren, lang- und kurzzeitige, in normalem Aufwärtsmaisgang und in Hochmaisform.

Bei der Betrachtung der Diagramme fällt die große Gleichmäßigkeit, Sicherheit und Ruhe der Linienführung auf, in der die überaus peinlich sorgfältige Arbeit des Biersieders zum Ausdruck kommt. Ein Sud ist wie der andere. Das trifft nicht nur für die vorliegenden Diagramme zu, sondern kennzeichnet auch das ganze diagrammatische Material, welches aus der Praxis mir zugegangen ist.

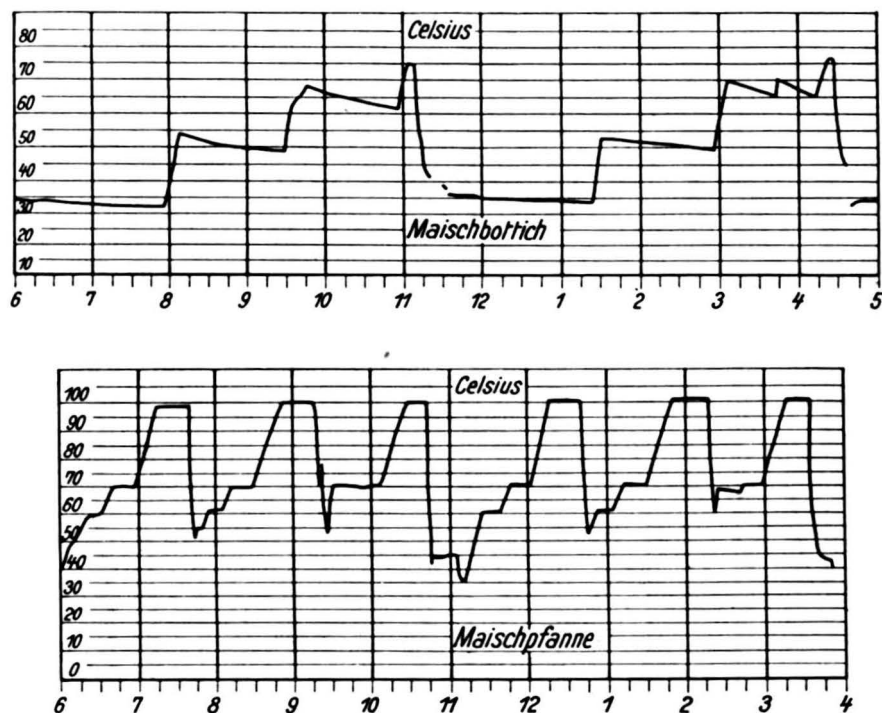


Abb. 27. Zwei Sude von einem langen Drei-Maischverfahren, wie es für dunkle Biere vielfach angewandt wird.

Einmaischttemperatur 35° C. Bei der ersten und zweiten Maische wird bei 60 und 70° C je eine Ruhepause von 15 Minuten, und bei der dritten Maische bei 70° C eine Ruhepause von 30 Minuten gehalten. Die erste und zweite Maische wird 25 Minuten, die dritte Maische 20 Minuten gekocht.

Die Aufmaischttemperaturstufen im Bottich nach Zubrühen der Kochmaischen sind 53° C, 68° C, 76° C. Die gesamte Maischzeit beträgt 5¼ Stunden.

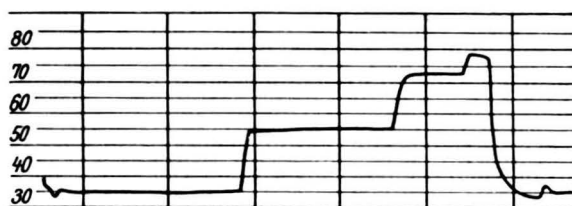


Abb. 28. Langes Drei-Maischverfahren, gleichfalls typisch für dunkle Biere. (Diagrammstreifen für die Kochmaischen nicht richtig eingespannt!)

Einmaishtemperatur 35° C.
Die erste und zweite Maische wird bei 73° C je 20 Minuten gehalten.
Kochzeit der ersten Maische 40 Minuten.
Der zweiten Maische 35 Minuten.
Der dritten Maische 10 Minuten.
Gesamte Maischdauer 5 Stunden.

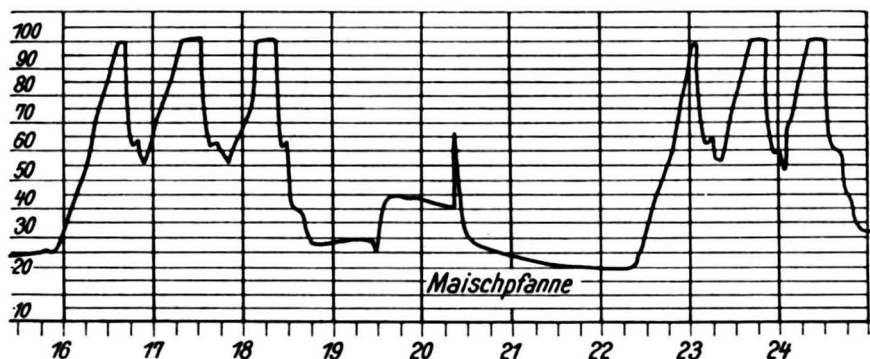
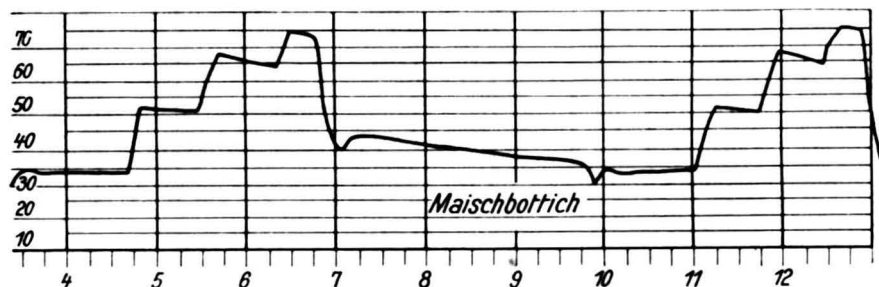
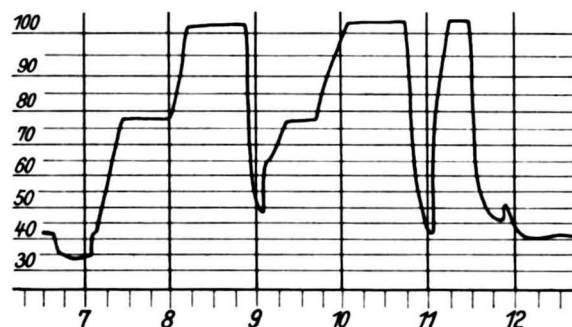


Abb. 29. Zwei aufeinanderfolgende Sude eines kurzen Drei-Maischverfahrens. Einmaishtemperatur 35° C. Temperaturstufen nach dem Zubrühen der Kochmaischen 52, 69, 75° C. Bei den Kochmaischen wird keine Pause für Eiweißabbau und Verzuckerung gehalten. Das Hochfeuern erfolgt schnell.

Kochzeit der ersten Maische 1 Minute; der zweiten 10, und der dritten auch 10 Minuten.
Gesamte Maischzeit 3 Stunden.

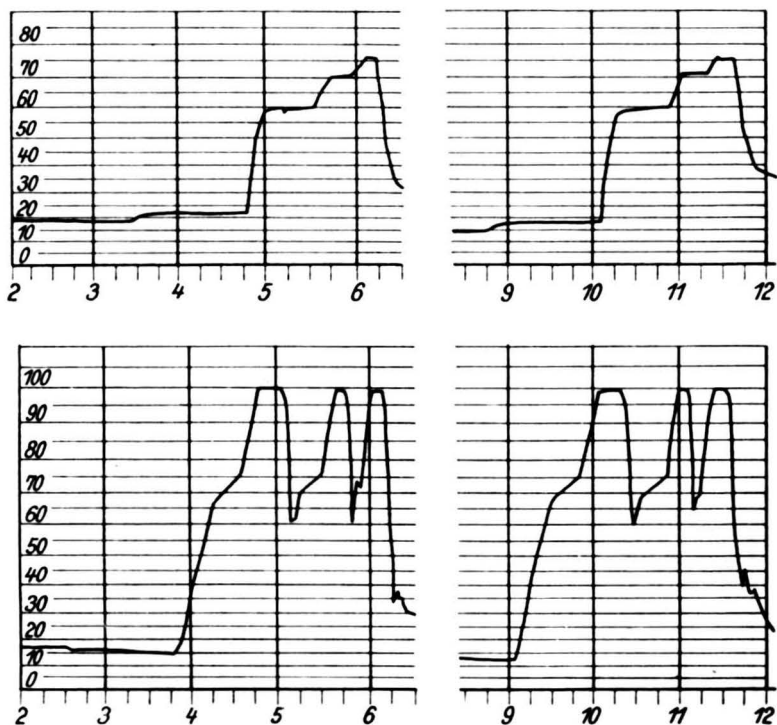


Abb. 30. Zwei aufeinanderfolgende Sude eines kurzen Drei-Maischverfahrens.
Einmaischtemperatur 20° C.

Temperaturstufen nach dem Zubrühen der Kochmaischen 58, 70, 75° C.

Bei der ersten und zweiten Maische wird das Temperaturgebiet von 68 bis 75° C langsam (in 20 Minuten) durchlaufen.

Kochzeit der ersten Maische 15 Minuten, der zweiten und dritten Maische je 5 Minuten.

Gesamtmaischdauer 2¾ Stunden.

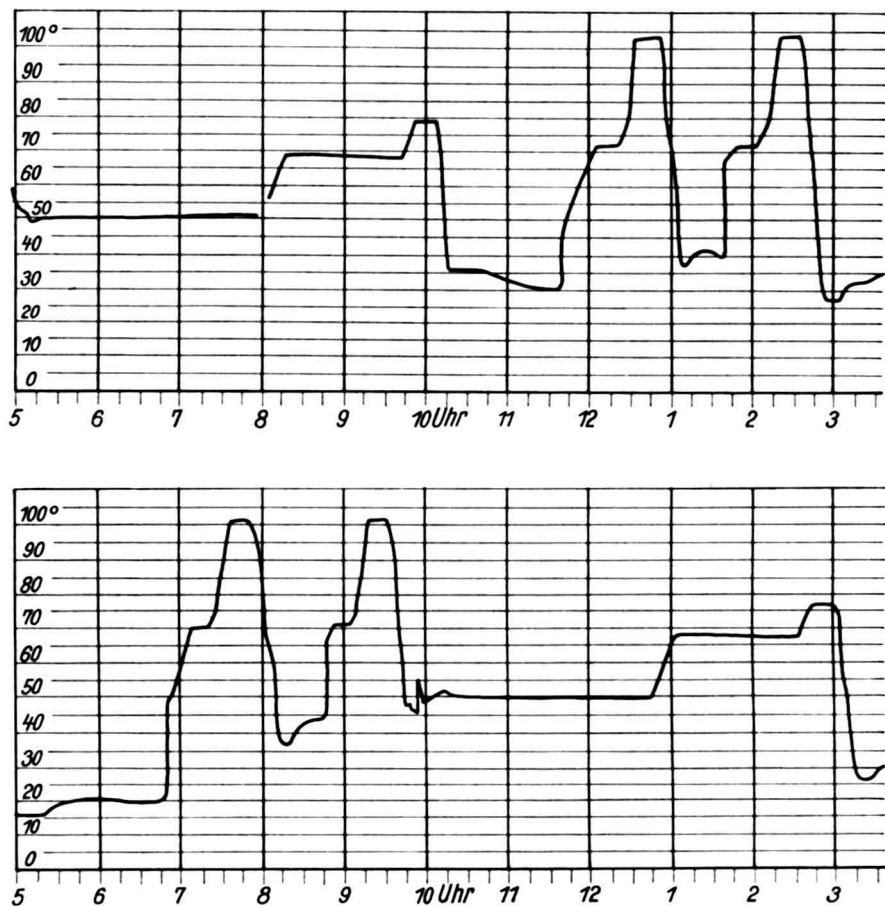


Abb. 31. Zwei übereinandergreifende Sude nach einem langen Zwei-Maischverfahren.

Einmaischtemperatur 50° C, Eiweißabbaurast 1 Stunde.

Kochzeit der Maischen, bei denen eine Verzuckerungspause von 10 Minuten gehalten wird, je 10 Minuten.

Temperaturstufen nach dem Zubrühen der Kochmaischen 68° C, 76° C.

Gesamte Maischdauer 5 Stunden.

Die erste Hälfte des oberen Diagrammes stellt die Aufmaischtemperaturen nach dem Zubrühen der Kochmaischen; die erste Hälfte des unteren Diagrammes die Temperaturbewegung der entsprechenden Kochmaischen dar.

Die zweite Hälfte des oberen Diagrammes stellt die Temperaturbewegung der Kochmaischen, und die des unteren Diagrammes die Aufmaischtemperaturen nach dem Zubrühen der Kochmaischen des nachfolgenden Sudes dar.

Die Kochpfannen sind zugleich Maischpfannen, d. h. dienen auch zum Aufmaischen.

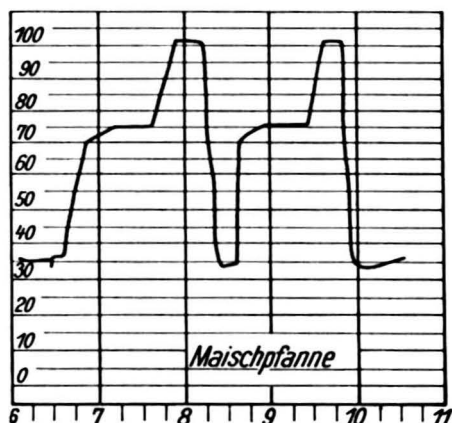
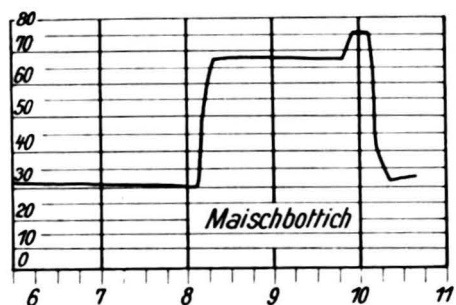


Abb. 32. Ein Sud nach einem langen Zwei-Maischverfahren.

Einmaischtemperatur 32° C.

Das Hochfeuern der Kochmaischen geht langsam, dadurch daß das Temperaturgebiet von 70—75° C innerhalb 15 Minuten durchwandert, und bei 75° C eine Verzuckerungsrast von 30 Minuten gehalten wird. Temperaturstufen nach dem Zubrühen der Kochmaischen 68° C, 75° C.

Gesamtmaischdauer 4 Stunden.

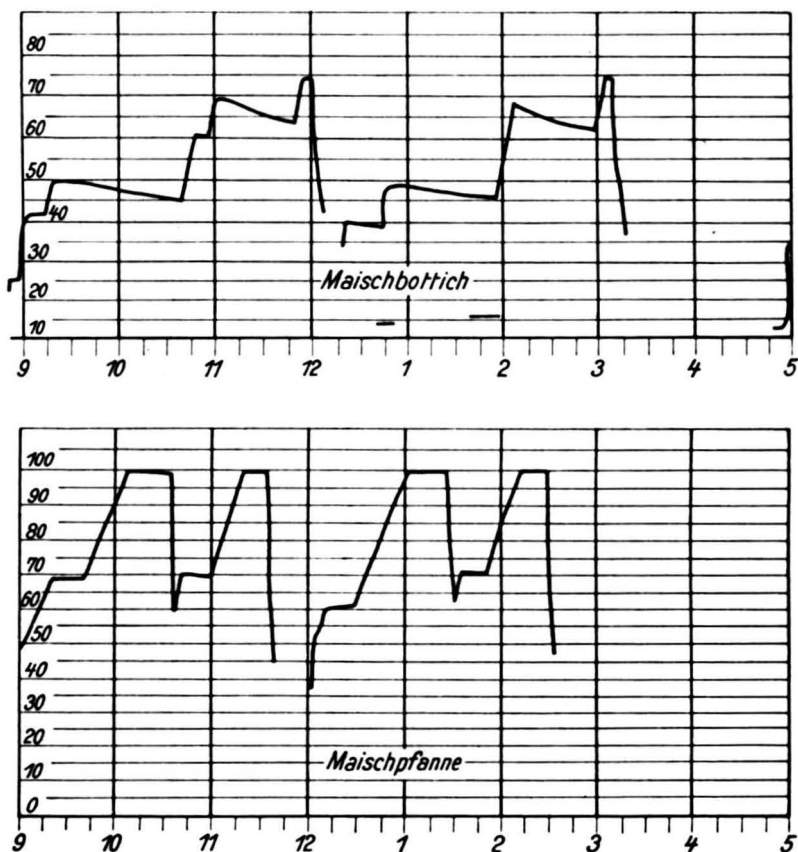


Abb. 33. Zwei Sude nach einem mittellangen Zwei-Maischverfahren.

Einmischtemperatur 40° C. 15 Minuten Ruhe. Aufwärmen auf 50° C.

Erste Maische gezogen; Rast bei 60° C 20 Minuten. Kochdauer 25 Minuten; zur Bottichmaishe zugebrüt: Temperatur 68° C.

Zweite Maische gezogen; 20 Minuten bei 70° C; Kochdauer 15 Minuten; zum Abmaischen auf 75° C zugebrüt.

Gesamte Maischdauer 3¼ Stunden.

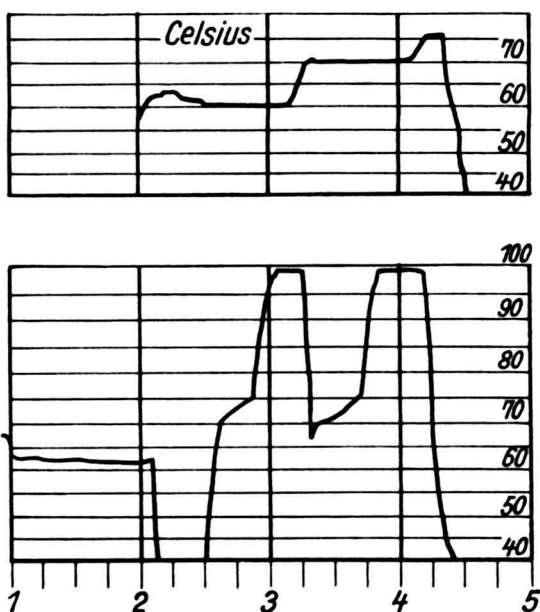


Abb. 34. Ein kurzes Zwei-Maischverfahren (Hochmaisverfahren).

Einmaischttemperatur 60° C.

Erste Maische durchläuft das Temperaturgebiet von 70—75° C in 15 Minuten, und kocht 15 Minuten.

Zweite Maische durchläuft das Temperaturgebiet von 70—75° C in 20 Minuten, und kocht 20 Minuten.

Im übrigen wird die Temperatur bei beiden Maischen sehr schnell gesteigert.

Gesamtmaishdauer 2 Stunden.

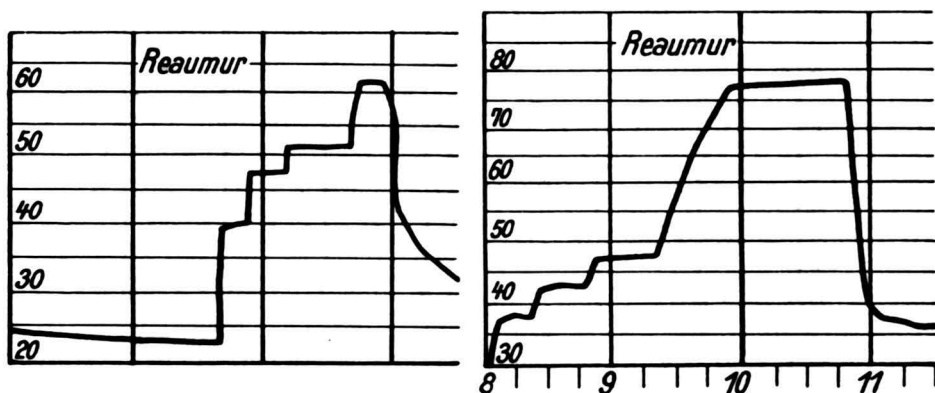


Abb. 35. Ein mittellanges Ein-Maischverfahren. (Aufmaisverfahren.)

Einmaischttemperatur 30° C.

Eine Maische gezogen. Aufgewärmt, Rast von 15 Minuten bei 50° C, von 20 Minuten bei 60° C, von 25 Minuten bei 65° C. Kochdauer 45 Minuten.

Bottichmaishe ist kurz vor dem Kochen auf 50° C, nach kurzer Rast auf 60° C, wiederum nach kurzer Rast auf 70° C erhitzt, wo Verzuckerungsast von 25 Minuten gehalten wird. Dann erfolgt das Zubrühen der Kochmaishe zum Abmaischen.

Gesamtmaishdauer 3 Stunden.



Abb. 36. Zwei hintereinanderfolgende Sude von einem Ein-Maischverfahren.

Die Diagramme zeigen die Temperaturbewegung in der Maischpfanne an.

Einmaischttemperatur 50° C. 15 Minuten Rast bei 70° C. Ein Teil wird zum Bottich gepumpt. Die Maische in der Pfanne zum Kochen erhitzt, und 15 Minuten gekocht, und zur Bottichmaische zugebrüht. Die gesamte Maische wird dann in die Pfanne abgelassen, durchläuft in 45 Minuten das Temperaturgebiet von 70—72° C, und wird dann zum Abmaischen auf 76° C erhitzt.

Die Gesamtmaiszeit beträgt 2¼ Stunden.

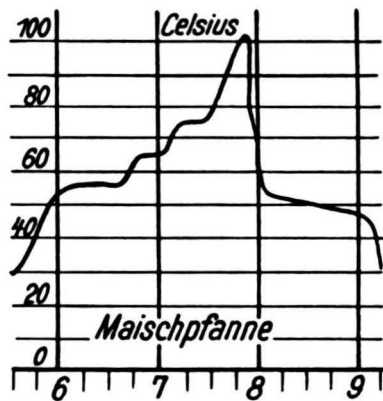
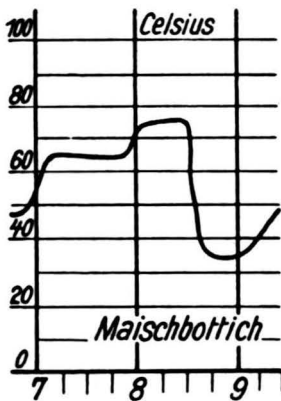


Abb. 37. Kurzes Ein-Maischverfahren (Hochmaisverfahren).

Einmaischttemperatur 55° C. Aufbrühen auf 65° C, abziehen der Lautermalsche; Dickmaische auf 75° C aufgewärmt, hier 10 Minuten gehalten, zum Kochen erhitzt, und zur Lautermalsche zum Abmaischen zugebrüht.

Gesamte Maischdauer 2 Stunden.

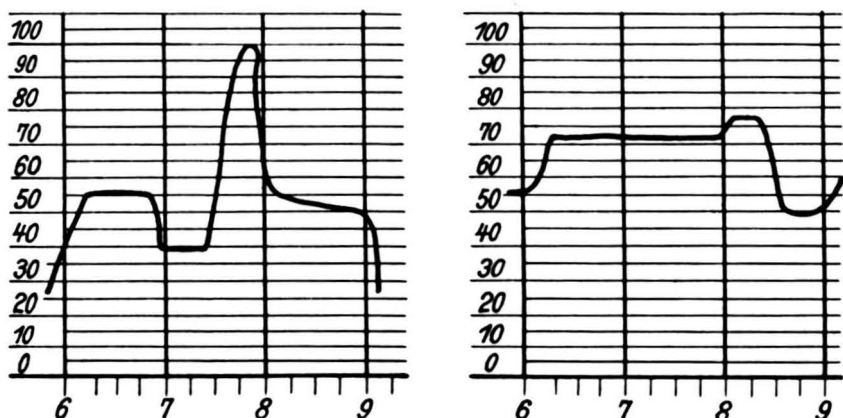


Abb. 38. Kurzes Ein-Maischverfahren (Hoch-Springmaisverfahren).

Einmaischtemperatur 55° C. (Pfanne 1) Einspringenlassen in Wasser von 75° C unter Nachwärmen nach Bedarf zur Einstellung auf 70° C (Pfanne 2). Nun eine halbe Stunde Verzuckerungspause, dann eine Maische gezogen, und diese zum Kochen erhitzt (Pfanne 1). 5 Minuten gekocht, und zur anderen Maische (Pfanne 2) zum Abmaischen zugebrüht.

Gesamte Maischdauer 2 Stunden.

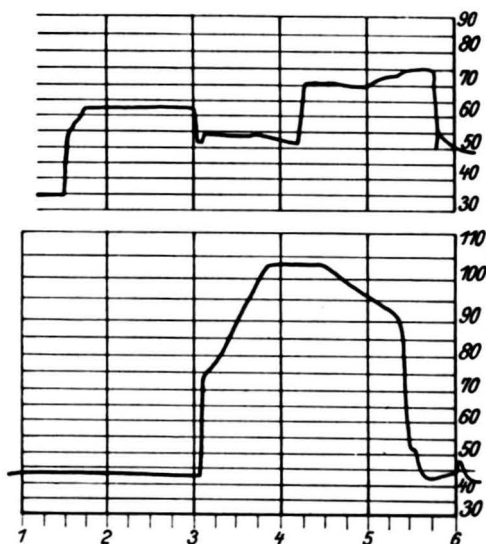


Abb. 39. Ein langes Ein-Maischverfahren (Hochmaisverfahren).

Einmaischtemperatur 63° C: 1½ Stunde Rast.

Eine Maische gezogen, 35 Minuten gekocht.

Aufbrühen, 30—35 Minuten Rast bei 70° C, weiter aufbrühen zum Abmaischen.

Gesamte Maischdauer 4 Stunden.

Kapitel VII

Das Läutern

A. Das Läutern über den Läuterbottich

1. Die älteren Einrichtungen

Zum Läutern dienten anfänglich der viereckige Maischstock wie der runde Maischbottich. Später kam der Seihebottich hinzu.

Als besondere Seihevorrichtung diente der sog. Stellboden und der „Hecht“.

Der Stellboden bestand aus einer Lage von Strohwischen, welche durch eine Lage von Brettern festgehalten wurden.

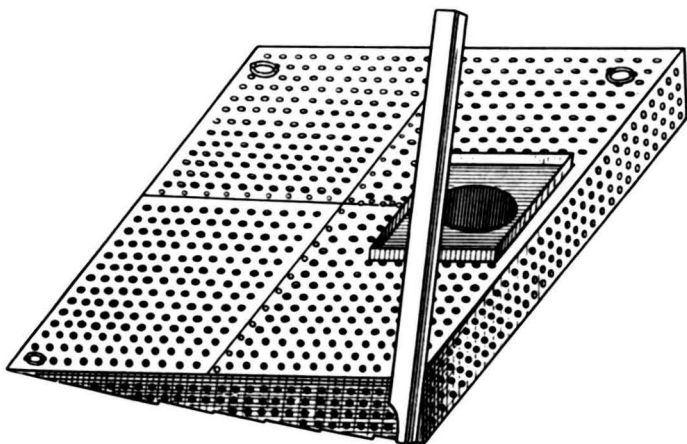


Abb. 40. Läuterapparat von Paupie („Die Knospe“)

Der „Hecht“ war eine viereckige, durchlöchernte hölzerne Rinne, welche auf den Bottichboden gelegt wurde.

Diese primitiven Einrichtungen genügten Paupie nicht mehr. Er baute den durchlochten Läuterboden, den er „Knospe“ nannte. (Abb. 40.)

Der Apparat besteht aus einer quadratischen, aus vier blechernen Tafeln zusammengesetzten Platte von 1,2 m Länge, und ist mit Löchern versehen, welche die Größe eines starken Haferkornes haben und 1½ cm auseinanderstehen. Die Platte ist auf einem diagonal geschnittenen Holzrahmen befestigt; die schräglaufenden Rahmenseiten sind unten, wo sie auf dem Bottichboden aufliegen, mit kleinen Einschnitten versehen, im übrigen durchlocht, wie die Platte selbst. Das ganze Gestell wird mit der niedrigen Seite an eine Bottichwand geschoben, und mit Haken am Bottichboden festgemacht. Die Würze kann also durch einen horizontalen Senkboden, gleichzeitig aber auch durch vertikalstehende Sieb-

flächen abfließen. Der Abfluß erfolgt durch ein Loch mit einem 12 cm hohen Rand, in welchem der sog. „Pfaff“ eingesetzt wird (Abb. 41).

Der Pfaff ist ein hölzerner viereckiger Kasten von gleicher Höhe wie der Bottich, und unten ausgeschnitten. Er steht festgespannt auf dem Bottichboden, und dient dazu, Wasser, das von oben zum Nachschwänzenzugeführt wird, unter den Läuterboden zu leiten, damit es von hier aus sich in die Treber verteilt.

Der Paupiesche Läuterapparat scheint indes kaum praktische Anwendung gefunden zu haben, da seiner nirgends anderswo Erwähnung getan wird.



Abb. 41.
Der „Pfaff“

2. Die Vorläufer des Senkbodens

Die Idee, mittels durchlochter Senkböden zu läutern, blieb nicht vereinzelt. Auch Scharl ist schon zur Benutzung derselben übergegangen, die man aus Holz, Kupfer oder aus Eisen herstellte. Noch lange bleibt aber der hölzerne Läuterboden, der aus drei Teilen zusammengesetzt ist, im Gebrauch.

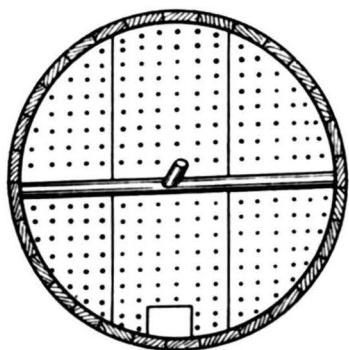


Abb. 42. Dreitelliger hölzerner Läuterboden
(Muntz)

Während man schon bei Accum, 1821, u. a. die Auffassung vertreten findet, daß der Läuterboden die ganze Bodenfläche überdecken muß (Abb. 42), steht Heiß noch (1855) auf dem Standpunkt, daß es genügt, wenn er mindestens $\frac{3}{4}$ desselben bedeckt. Heiß spricht sogar von zwei Senkböden, die in den Bottich eingelegt werden, einem unteren kupfernen, und einem oberen, hölzernen. Der untere, der auf Füßen von 8 mm Höhe ruht, bleibt für die Abläuterung liegen, der obere wird während des Siedens der ersten Dickmaische herausgenommen.

Nach Habich (1863) sollten sogar Läuter-Streifen von 20 cm Breite genügen, welche über im Bottich angebrachte Rinnen von 25 mm Tiefe gelegt werden, und mit einem schmalen Streifen in einem Falz ruhen. Habich sagt allerdings selbst, daß die Läuterung über Läuterböden sich schneller vollziehe; es lehre aber die Erfahrung, daß die Seihefläche der Streifen, die nur $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{4}$ des Bodens bedecken, vollkommen ausreichend sei (Abb. 43 u. 44).

Lange noch ist man darüber nicht einig, daß der Läuterboden möglichst in seiner ganzen Fläche durchlocht oder durchschlitzt sein muß, um nicht nur schnellste Läuterung zu erzielen, sondern auch die Treber am vollkommensten auszuwaschen.

Auch die Ansicht über Lochung oder Schlitzung schwankte lange hin und her. Früh erkannte man allerdings die Notwendigkeit, die Öffnungen nach unten zu erweitern, um die Verstopfung aufzuhalten. In England hatte man sich indes schon früh für Schlitzung, und zwar für weite Schlitzung wegen des freieren Durchgangs entschieden. In Deutschland blieb

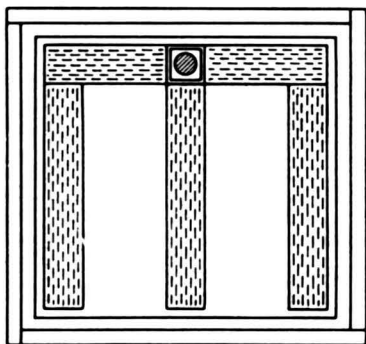


Abb. 43. Läuterstreifen

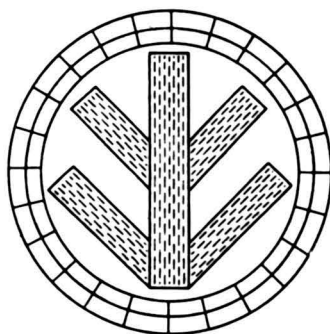


Abb. 44. Läuterstreifen

man noch bei der Lochung, für welche nach H a b i c h eine Größe genommen werden sollte, welche die Einführung einer Stecknadel von mittlerer Stärke zuläßt, und bei der 2000 Öffnungen auf 1 qm entfallen.

3. Die älteren Auffassungen über die Auslaugung der Treber

Unterdessen hat man sich auch mehr mit der Frage beschäftigt, wie die, nach dem Abläutern der ersten (Vorder-)Würze in den Trebern noch verbleibenden Bestandteile am zweckmäßigsten zu gewinnen sind.

S c h a r l empfiehlt, zuerst den Oberteig abzunehmen, die Treber dann fleißig umzuhacken, darauf soviel Wasser aufzugießen, als Nachbier hergestellt werden soll, dann wiederum die Treber umzuschlagen, und nach halbstündiger Ruhe das Abziehen des Nachgusses vorzunehmen. In gleicher Weise soll ein zweiter und dritter Aufguß erfolgen. Je nach der Stärke des Einmaischens wird der erste, oder auch noch der zweite Nachguß noch der Hauptwürze zugemischt, der dritte und ev. noch folgende vierte als Glattwasser zum Dünnbier (Kofent) verwandt.

Diese Arbeitsweise wird vielfach gebräuchlich.

Daneben bildet sich aber auch das Verfahren aus, ohne umzuhacken, Wasser auflaufen zu lassen, sobald der Würzespiegel sich bis auf die Treberoberfläche gesenkt hat. Um die Treber dabei nicht aufzurühren, wird das Wasser auf ein Gießbrett geleitet, bzw. auf einen auf das Gießbrett aufgelegten Besen, der den Aufprall auffangen soll, um so ein langsames und gleichmäßiges Verteilen zu erreichen. Der Aufguß kann kontinuierlich oder auch mehrmalig erfolgen, wobei das Wasser jedesmal etwa 20 cm hoch über den Trebern zu stehen kommen soll.

Nach Z i m m e r m a n n ¹⁾, der für das letztere Verfahren eintritt, das ein ununterbrochenes klares Läutern gestattet, und auch darum vorzuziehen sei, weil die Treber dabei möglichst wenig mit der atmosphärischen Luft in Berührung kommen, liegt der Wert auch darin, daß der Extrakt aus den Trebern so gut wie restlos zu gewinnen ist.

In technisch gut ausgearbeiteter Form entwickelte sich daraus die H o f f m a n n s c h e Schwimmkiste.

Dem gleichen Zweck, Wasser zum Aussüßen zuzuleiten, diente auch früher schon das s c h o t t i s c h e D r e h k r e u z, ein seit langer Zeit in England, bzw. Schottland, benutzter Apparat, der nun auch seinen

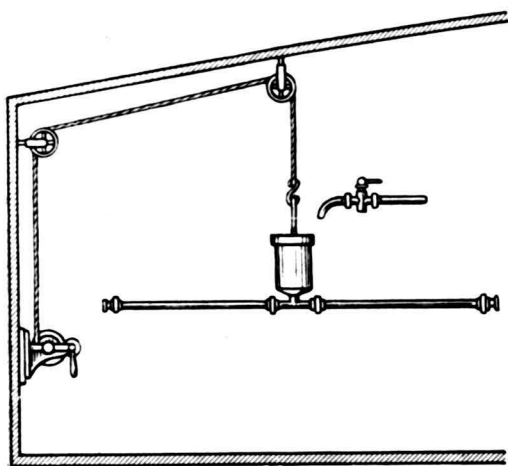


Abb. 46. Anschwänzapparat (Prick)

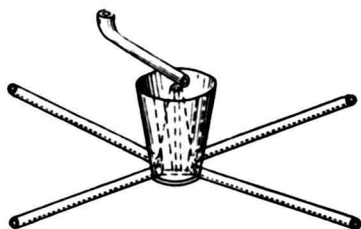


Abb. 45. Schottisches Drehkreuz



Abb. 47. Anschwänzapparat (Riedinger)

Weg in deutsche Brauereien findet, und im Laufe der Zeit eine Reihe von Änderungen erfährt. (Abb. 45, 46 u. 47.)

Vielfach gilt noch die Auffassung, daß es zweckmäßiger ist, mit siedend heißem Wasser auszusüßen, welches den Extrakt schneller und vollständiger herauslöst. Der Gefahr ist man sich noch nicht bewußt, daß in den Griesen eingekapselte Stärkekörner dabei noch zur Aufschließung kommen, und dem Bier schädlich werden können.

4. Die Läuterböden

Die Frage der Läuterung wird nun Gegenstand vielfältigster Erfindungen ²⁾).

Man ersinnt Vorrichtungen zur Beseitigung des Teiges unter dem

¹⁾ Z i m m e r m a n n, Ausführliches Lehrbuch der Bierbrauerei. 1. Auflage 1842, 2. Auflage 1852.

²⁾ R. H e i n z e l m a n n, Wochenschrift für Brauerei 1905, Nr. 17—24, 1920, Nr. 9—20.

Läuterboden, konstruiert Apparate zur Erhöhung der Läuterfläche, sucht Besserungen der Läuterung zu erreichen durch vertikale und seitliche Ableitung der Würze, gibt dem Läuterbottich und -boden wellige oder kegelförmige Gestalt, und sucht mit Filterpresse und Zentrifuge neue Wege zur Trennung der Würze von den Trebern zu beschreiten.

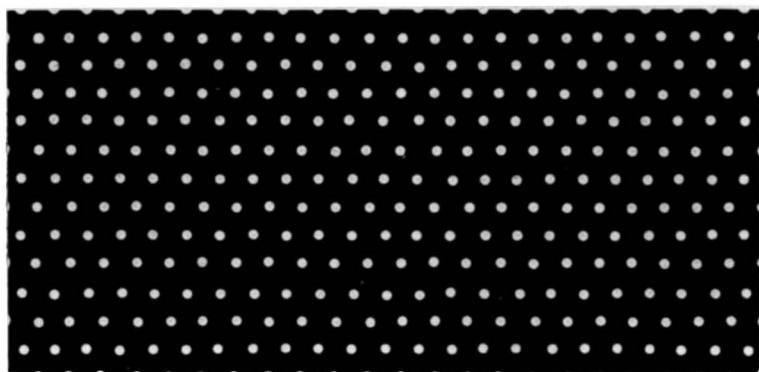


Abb. 48 a. Gefräste Rundlochung, 60000 Loch je qm, obere Seite (gebräuchlichste Art)

Die L ä u t e r b ö d e n erfahren mannigfachste Änderungen.

Bei den g e l o c h t e n Böden ist man nach und nach zu immer kleineren und immer zahlreicheren Löchern übergegangen, deren Zahl

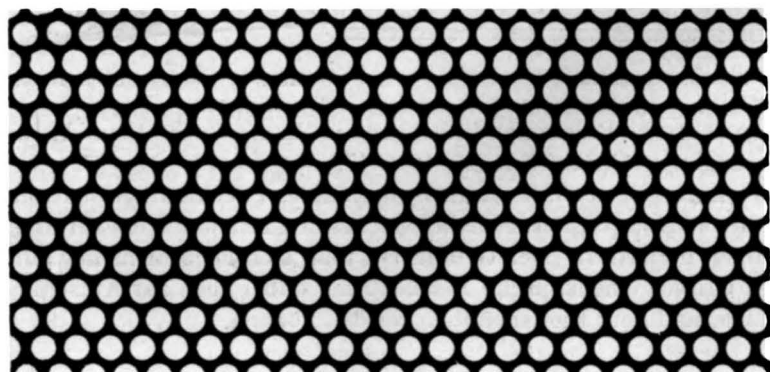


Abb. 48 b. Gefräste Rundlochung untere Seite

man bis zu 100 000 je qm steigern zu können meinte. Doch ging man damit über das Ziel weit hinaus. Auf Grund praktischer Erfahrungen blieb man schließlich bei 70 000 als Höchstgrenze stehen, weil die Festigkeit der Platten gefährdet, und die Durchlässigkeit durch Verstopfung sonst zu sehr erschwert wird. Man stellte sie anfänglich durch Stanzen her, zog aber später allgemein das Fräsen vor, woran auch jetzt noch festgehalten

wird, und benutzte statt des Eisens und Kupfers nunmehr vorteilhafter die Bronze. (Abb. 48 a u. b.)

Man hält auch daran fest, die Öffnungen nach unten konisch zu erweitern, obgleich auch von vereinzelter praktischer Seite für die zylindrische Bohrung eingetreten wird.

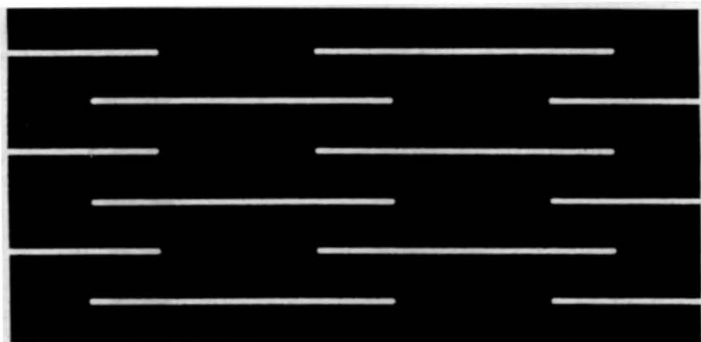


Abb. 49 a. Gefräste Schlitzung $40 \times 0,6$ mm Tellung $63 \times 6,5$ mm versetzte Schlitzte obere Seite

Vor den gelochten Böden gibt man mehr und mehr den geschlitzten den Vorzug, da sie größeren Durchgang bieten, ohne in der Festigkeit gefährdet zu werden, und der Verstopfung nicht so leicht unterliegen. (Abb. 49 a u. b.)

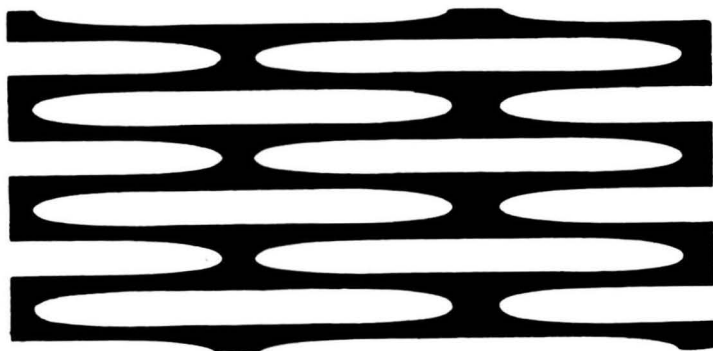


Abb. 49 b. Gefräste Schlitzung untere Seite

Für die zweckmäßigste Höhe des Zwischenraumes zwischen Läuter- und Bottichboden hat sich im Laufe jahrzehntelanger Erfahrung, nach vielfachen widerstreitenden Meinungen, eine einheitliche Meinung herausentwickelt, dahingehend, daß die Höhe der Füße des Läuterbodens nicht unter 17, und nicht über 23 mm betragen soll, und daß ein Schwanken in dieser Spanne ohne Bedeutung ist. Ging man früher auch zum Teil bis auf 10 mm zurück, und bleibt auch die Auffassung zu Recht bestehen, daß

mit Verringerung der Höhe auch das Absetzen von Teig verringert wird, so haben doch die praktischen Erfahrungen in ihrer Gesamtheit die Überzeugung mit sich gebracht, daß eine Unterschreitung von etwa 17 mm nicht dienlich ist.

5. Die Teigbildung unter den Läuterböden

Um die Maische im Läuterbottich erforderlichenfalls auf bestimmte Temperaturen erwärmen zu können, auch die Möglichkeit zu haben, die untersten Maischeteile, die sich leicht abkühlen, vor Abkühlung zu schützen, da sich sonst die Läuterung verlangsamt, bringt *W e i g e l*, 1894, einen Ringkanal in der Weise an, daß die vom Mantel und Boden gebildete scharfe Kante durch eine kupferne Schale ausge-

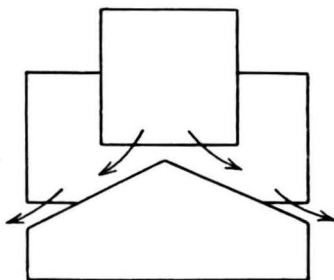


Abb. 50. Maischeverteller-Schwimmer (Jakob)

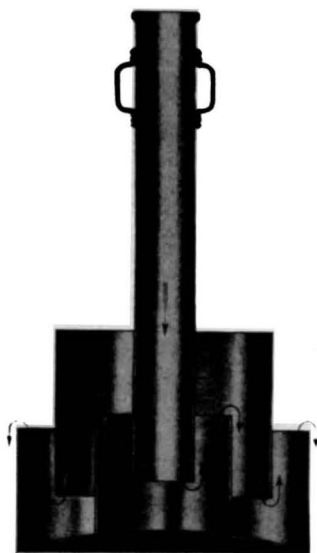


Abb. 51. Maischeverteller (Jakob)

rundet, und so ein Hohlraum gebildet wird, der durch Dampf beheizt werden kann.

Um das Absetzen von Teig unter dem Läuterboden möglichst einzuschränken, legt man bekanntlich den Senkboden, sofern Maisch- und Läuterbottich eines sind, erst nach dem Abmaischen ein, nachdem die Maische zur Freimachung des Bottichs in die Pfanne abgelassen ist, drückt auch wohl zuvor Wasser von unten in den Zwischenraum.

Besondere Vorrichtungen konstruierte man nun, um den Raum zwischen Senk- und Bottichboden tunlichst frei zu machen. So baute man z. B. Rührwerke zwischen den beiden Böden ein, die den Teig fortschaffen sollten, bediente sich auch der Wassereinspritzung in den Bottichboden durch ringförmige, mit Abzweigungen versehene Rohre.

Auch besondere Maischeverteiler werden schon erfunden. *Dietsche*, *Waldeshut*, war es, der eine Vorrichtung konstruierte, die Ungleichheiten der Treberverteilung und -lagerung verhüten soll. Sie

bestand darin, daß die Ausflußöffnung des Maischeverteilungsrohrs während des ganzen Verlaufs des Überpumpens dem Steigen der Maische folgend stets unmittelbar an die Maischeoberfläche herangebracht wird.

Diese Erfindungen führen zu keiner praktischen Verwendung. Der Praktiker bleibt bei seiner Methode, vor dem Überpumpen der Maische heißes Wasser oder Dampf von unten her unter den Senkboden zu drücken, bis dieser bedeckt ist, was als Puffer das Durchsacken von Teig tunlichst aufhält.

Ein neues, praktisch bewährtes Mittel, welches auch zugleich die Läuterung günstig beeinflußt, ist nun jüngst von Jakob in seinem „Maischeverteiler - Schwimmer“ gefunden. (Abb. 50/51.) Dadurch, daß bei der noch weiter verbesserten Form die Geschwindigkeit der eingepumpten Maische unter stufenartiger Erweiterung des Austrittsquerschnitts (auf etwa $\frac{1}{75}$) herabgedrückt wird, geht der Maischesturz in eine langsam überquellende Bewegung über, wodurch eine Entmischung mit Teigabsonderung unter dem Läuterboden verhindert wird.

6. Die Läuterung durch vertikale Siebflächen

Eine Frage, welche den Erfindergeist ganz besonders stark anregt, ist die *Läuterung* unter Ausschaltung der alten Methode vermittelt des üblichen Senkbodens, die man nicht als die beste Lösung ansah.

D w o r s k y (1889) meint sie in der Läuterung von unten nach oben zu sehen. Dazu dient ein geschlossener Läuterbottich. Oberhalb der Maische wird eine Seiheplatte fest angeschraubt, und mit hydraulischem Druck die Würze von unten nach obenabgeführt. Mit dieser Art der Läuterung von unten nach oben sollte zugleich auch der Luftzutritt von der Würze möglichst ferngehalten werden.

Den horizontalen Senkboden schaltet H a c k m a n n, 1887, sogar vollständig aus, und

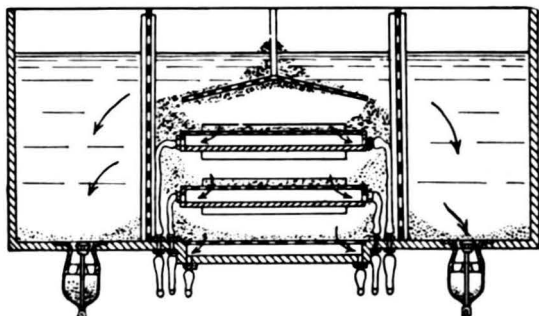


Abb. 52. Läuterapparat Hackmann.
Vertikalläuterung kombiniert mit Läuterschalen

verwendet statt dessen nur *vertikale* Siebflächen, die in der Weise in den Bottich eingebaut werden, daß aus zwei Siebplatten ein besonderer Raum hergestellt wird, welcher zur Aufnahme der Maische dient. Die über den Trebern sich absondernde klare Würze wird durch Dekantierhähne abgezogen, die Würze aus den Trebern läutert durch die Siebe seitlich ab.

Der Erfinder kombiniert die seitliche (Vertikal) Läuterung ferner

mit einem System flacher, mit Siebboden bedeckter Schalen, welche innerhalb des durch die Siebflächen umgrenzten Raumes übereinander angeordnet sind. An den Schalen hängen Schläuche, welche die abfließende klare Würze fortleiten (Abb. 52).

Das Abziehen der Vorderwürze nach eingetretener Klärung durch Heber usw., unter Umgehung der Filtration durch die Treber, wird Gegenstand vielfältigster Bemühungen, ohne daß es zu praktisch verwertbarer Anwendung des Verfahrens kommt.

7. Die Verwendung von Hilfs-Läutergestellen

Eine Verbesserung durch Vergrößerung der Läuterfläche streben u. a. Gillmann und Spencer an; 1882. Sie bringen auf dem Senkboden Gestelle an, welche sich konisch nach oben verengen, und mit Längsschlitz für den seitlichen Abfluß der Würze versehen sind (Abb. 53).

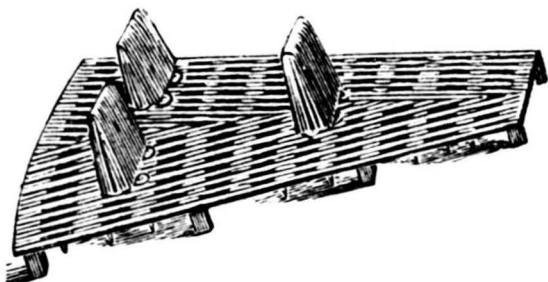


Abb. 53. Senkboden mit konisch nach oben verengten Läutergestellen (Gillmann & Spencer)

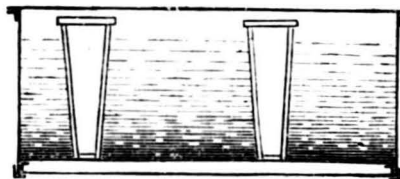


Abb. 54. Nach unten verengte Läutergestell (Buhmann und Wiese)

Dem gleichen Zweck dient auch die Einrichtung von Buhmann und Wiese, 1883, bei welcher nach unten sich verjüngende Siebgestelle, die bis zur Höhe des Flüssigkeitsspiegels reichen, die Vergrößerung der Läuterfläche durch seitliche Abläuterung der Würze übernehmen (Abb. 54).

Die Idee der zusätzlich-seitlichen Läuterung, wie auch der Schalenverwendung wird später durch Jakob weitergesponnen.

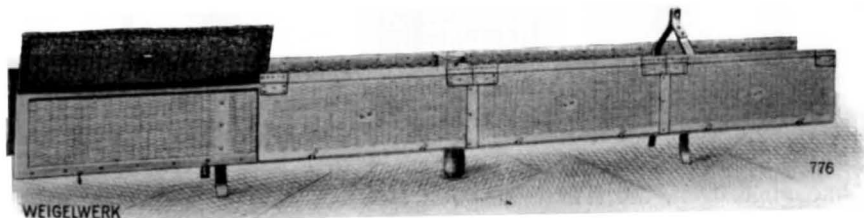


Abb. 55. Läutergestell (Jakob)

Die **Jakobschen Läuterelemente**, die verschiedentlich wegen der durch sie erzielten Läuterungsbeschleunigung Anwendung gefunden haben, bestehen aus doppelten, durch einen schmalen Zwischenraum getrennten, geschlitzten Platten, die in einem Flachrahmen befestigt sind. Die Platten der einen Seite sind zwecks Reinigung aufklappbar. In den Zwischenraum tritt die Würze ein, und wird von hier aus der Läuterbatterie zugeführt. Die Läuterelemente, welche nur bei dem Abzug der Vorderwürze mitwirken, werden nach dem Ablauf derselben in die Haube hochgezogen (Abb. 55). Mit ihrer Hilfe läßt sich die Läuterzeit der Vorderwürze bis um 20—30 Minuten verkürzen.

8. Vorrichtungen zur Fernhaltung des Luftzutritts

Den Luftzutritt von den Trebern fernzuhalten, betrachtete man früh schon als erwünscht.

Einfachste Mittel standen dafür zur Verfügung. Man schwänzte auf den Würzespiegel an, und hielt die Treber bei der Läuterung der Nachgüsse ständig unter Wasser.

Die Luft nun aber auch schon von der Oberfläche der Würze fernzuhalten, sollte ein weiteres Ziel sein, das durch besondere Einrichtungen zu erreichen versucht wird.

Dworsky benutzt einen geschlossenen Bottich und läutert unter hydraulischem Druck von unten nach oben.

Tillmanns Idee, 1878, geht dahin, Pfanne, Läuterbottich, Maischbottich, Wasserreserve unmittelbar übereinander zu stellen, den Läuterbottich hermetisch zu verschließen, und den Luftraum über der Maische im Läuterbottich unter Dampfüberdruck zu setzen, diesen auch beim Abläutern der Nachgüsse zu belassen, um so den Luftzutritt fernzuhalten.

In wirksamster Weise ist der **Jakobsche Maischeverteiler** imstande, beim Abmaischen schon den Luftzutritt weitgehend einzuzengen.

9. Läuterhähne und Läuterbatterie

Besondere Aufmerksamkeit wendet man in dieser Hinsicht den **Läuterhähnen** und der **Läuterbatterie** zu. Schon frühzeitig war die Auffassung von der Bedeutung des Abschlusses der Luft bei dem Abfluß der Würze aus den Läuterhähnen hervorgetreten, und hatte dazu geführt, statt des offenen Grants ein geschlossenes Sammelrohr zu verwenden.

In Verbindung mit dem Druckausgleich, verbesserten Läuterhähnen, Extraktkontrolle der einzelnen Hahnabflüsse, bildet das Sammelrohr sich nun zu einem einheitlichen Ganzen aus, in welchem sich die Regelung des Würzeablaufs vollzieht.

Läuterhähne und Läuterbatterie erfahren tiefgreifende Umgestaltung.

Die zuerst verwendeten Läuterhähne mit rundem Querschnitt und senkrechtem Hahnkegel werden insofern für ungeeignet gehalten, als bei weiter Öffnung Wirbelungen der Ablaufwürze entstehen, Luft in den Läuterbottich eindringt und die Treber aufrührt, so daß Trüblauf eintritt.

Ein Mittel hiergegen sieht Krüger, Berlin (1899) in der Anbringung eines mit verengter Ausflußöffnung versehenen Heberrohres, welches an Stelle des s. Zt. empfohlenen Schwenkrohres an die Läuterrohre angeschlossen ist. Letztere münden erst in ein Sammelrohr, von welchem dann das Heberrohr aufsteigt bis zur Höhe der Treberschicht, bzw. darüber hinaus. (Abb. 56.)

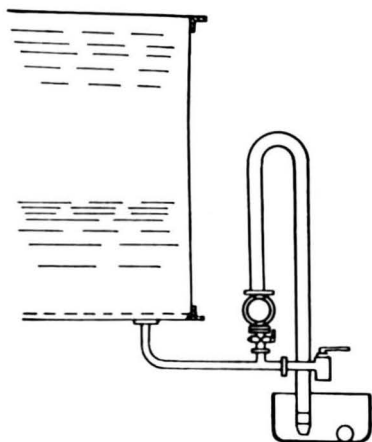


Abb. 56. An Sammelrohr angeschlossenes Heberrohr (Krüger-Berlin)

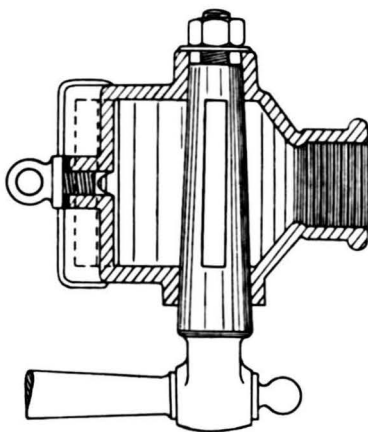


Abb. 57. Hahngehäuse (Ritt u. Büchl)

Den Übelstand will in anderer Weise die Konstruktion von Ritt und Büchl (1905) dadurch beseitigen, daß der runde Querschnitt des Zulaufs durch das Hahngehäuse allmählich in einen rechteckigen übergeführt, der Hahnkegel wagerecht angeordnet, und mit einem Längsschnitt versehen wird (Abb. 57).

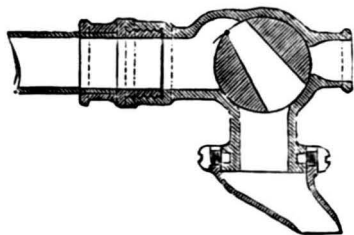


Abb. 58. Läuterhahn, welcher das Einziehen von Luft verhindert (Wehrle)

Eine noch weitere Verbesserung, durch welche ein Einziehen der Luft überhaupt gänzlich vermieden werden kann, bringt die Konstruktion von Wehrle, Emmendingen. Das Würzeleitungsröhr erweitert sich nach oben zu einer kleinen Kammer, so daß bei

Einstellung des Hahnkübens für die Läuterung das Würzerohr vollgefüllt wird, und bis zum Schluß vollgefüllt bleibt (Abb. 58).

Bei Beginn der Läuterung bei offenem Grant sind bekanntlich die an den Rohren angebrachten Wechsel nur schwach zu öffnen, um langsam zu läutern, da bei schnellem Ablauf klare Würze erst spät, bzw. nur schwer zu erzielen ist. Auch kommt dann die Läuterung vorzeitig zum Stillstand, ehe die Würze vollständig abgelaufen ist, weil sich die Treber unter der starken Saugwirkung festsetzen. Erst mit sinkendem Würzespiegel und fallendem Flüssigkeitsdruck kann zu schnellerer Läuterung übergegangen werden.

10. Das geschlossene Sammelrohr

In Erkennung dieser, die Läuterung erschwerenden Umstände, suchte man durch geeignete Apparaturen Abhilfe zu schaffen. Man setzte zunächst an Stelle des offenen Grants das geschlossene Sam-

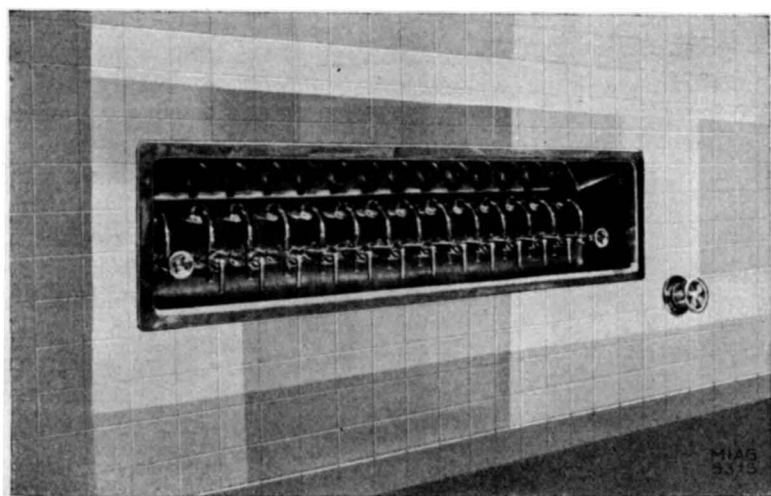


Abb. 59. Läuterbatterie (Mlag)

melrohr, und verband es zugleich mit einem heberförmigen Schwenkrohr (System Germania), dessen Scheitel fast bis an den Würzespiegel heranreichte. So wurde ein stets gleichmäßiger, und zwar sehr geringer Druck hergestellt, und es war für die schnellere Läuterung ohne Nachteil, die Hähne der einzelnen Rohre von vornherein gleich voll zu öffnen. (Abb. 50.)

Eine noch bessere Wirkung erreichte (nach Ganzenmüller) Neubecker mit seiner geschlossenen Läuterbatterie, an welche ein Ω -förmig gebogenes Rohr angeschlossen ist, das der Höhe des Würzestandes entsprechend allmählich umgelegt wird, um den Ablauf unter gleichen Druckverhältnissen zu halten.

Die Verwendung der geschlossenen Läuterbatterie erzeugt eine größere Gleichmäßigkeit der Strömung in den Läuterrohren, und damit einen besseren Durchfluß durch die Treberschicht, so daß eine gleichmäßigere Auslaugung stattfindet, die sich wieder in der größeren Gleichmäßigkeit der Konzentration der aus den einzelnen Läuterhähnen abfließenden Würze ausdrückt. Dadurch tritt dem regulierenden Moment der Läuter-

hähne ein zweites, nicht minder bedeutungsvolles in dem Sammelrohr zur Seite.

Als eine weitere Verbesserung findet dieses Ziel praktischen Ausdruck in dem Jakobischen Läuter-Druckregler, durch welchen noch mehr die Handhabe gegeben ist, die Saughöhenwirkung beim Abfluß auszuschalten, damit den ruhigen Abfluß zu sichern, ein Festziehen der Treber zu verhindern, und vorzeitiger Verlangsamung der Läuterung entgegenzuwirken (Abb. 60).

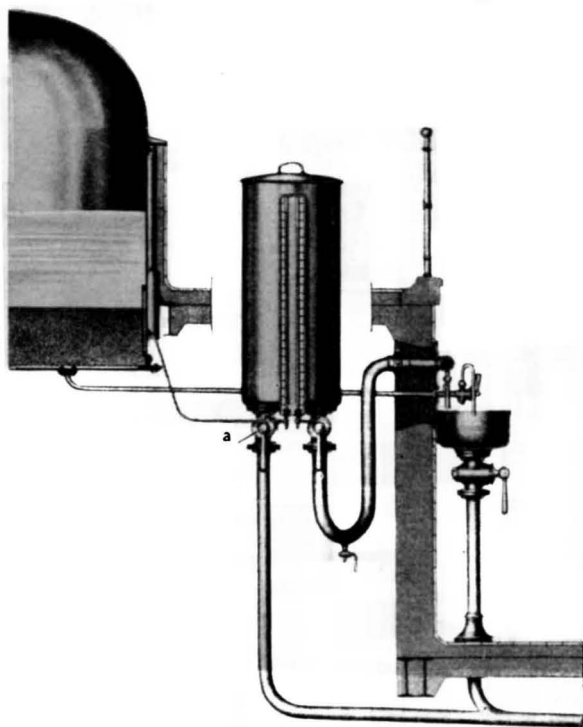


Abb. 60. Läuterdruckregler (Jakob)

Die Ausschaltung der vielen einzelnen Läuterhähne und die Zusammenfassung des Würzeablaufs in ein einziges Rohr, ist auch ein Problem, welches schon von Minuth (1907)¹⁾ mit Erfolg in Angriff genommen wurde.

Bei der Verwendung geschlossener Läuterbatterien wird in wirksamer Weise auch die Fernhaltung des Luftzutritts zu der abfließenden Würze erreicht, die in manchen Fällen erwünscht sein kann, um eine Zufärbung zu verhüten. Die Voraussetzungen dafür sind bekanntlich dann in erhöhtem Maße für eine Betätigung der in der Vorderwürze lebendigen oxydatischen Enzyme gegeben, wenn durch eine geeignete Reaktion der Würze ein günstiger Boden geschaffen ist. Und das sind Würzen mit hohen ph-Werten, während bei niedrigem

¹⁾ Zeitschrift f. d. ges. Brauwesen 1907, Nr. 16 und 17.

ph die oxydatischen Enzyme in ihrer zufärbenden Wirkung stärkere Hemmungen erfahren, welche Zufärbungen von irgendwelchem Belang kaum aufkommen lassen.

11. Die Läuterhähne als Kontrollstellen

Die einzelnen Läuterhähne werden zu Kontrollstellen für die durch die Würzeableitungsrohre abgeführte Würze ausgebaut.

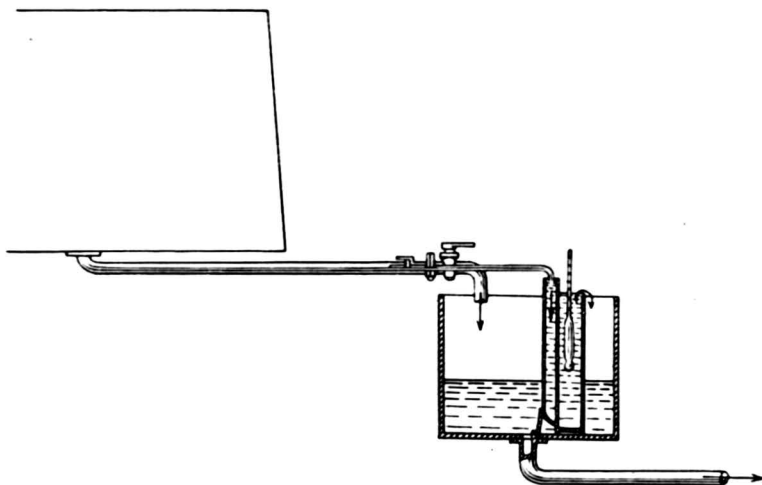


Abb. 61. Läuterhahn mit Kontrollvorrichtung (J. Wild)

Anfänglich waren sie mit Glasröhren verbunden, die dazu dienen sollten, den Ablauf auf Trüb- oder Blanklaufen zu kontrollieren, um ge-

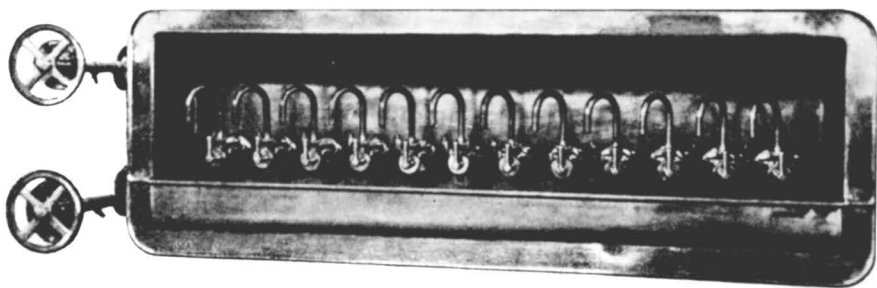


Abb. 62. Läuterbatterie mit Kontrollvorrichtung (Ziemann)

gebenenfalls die Hähne zu drosseln oder zu schließen, oder auch weiter zu öffnen.

Später wird damit auch die ständige Extraktkontrolle verbunden, wofür J. Wild (1905) eine besondere Einrichtung schafft (Abb. 61),

indem von jedem Läuterrohr ein dünnes, mit Hahn versehenes Röhrchen abgezweigt wird, welches Würze dem engen, längeren Schenkel des ungleich schenklichen Rohres zuführt, in welchem eine Spindel den Extraktgehalt anzeigt.

Die Vorrichtung hat im Laufe der Jahre unter Anpassung an die verbesserten Ausführungen der Läuterbatterie auch entsprechende Änderungen erfahren. (Abb. 62.)

Durch diese Einrichtung, welche es gestattet, eine genaue Verfolgung des Aussüßungsverlaufs durchzuführen, war die Handhabe gegeben, der

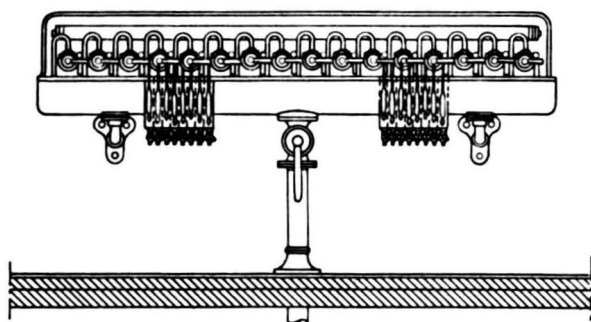


Abb. 63. Läuterbatterie mit Kontrollvorrichtung (Jakob)

Spindlung entsprechend die Stellung der einzelnen Hähne zu regeln, um danach die entsprechenden Trebergebiete, aus denen die Rohrleitungen ihren Zufluß erhalten, schwächerem oder stärkerem Durchfluß des Nachgußwassers zugänglich zu machen. (Abb. 63.)

Nach Jakob sollen indes hiermit Ungleichmäßigkeiten in der Aussüßung nicht vollständig genug ausgeschaltet werden. Ein geeigneteres Mittel sieht er in der Aufteilung des Bottichbodens in eine Reihe von Abteilungen, die gegeneinander abgeschlossen sind (Quellgebiet), und ihre eigenen Abflußrohre haben. Der Sitz der Ungleichheiten im Aussüßungsvorgang soll dadurch genauer erfaßt, und damit eine größere Sicherheit gegeben werden, die in der Aussüßung rückständig gebliebenen Stellen zu erfassen.

12. Minuths Arbeiten über Verbesserung der Läuterung

Das Problem der Beseitigung von Ungleichheiten beim Läutern und der Abkürzung der Läuterzeit, welche je nach Malz, Schrotung, Arbeitsweise und Bottichbau zwischen $3\frac{1}{2}$ und 5 Stunden, nicht selten noch erheblich länger dauerte, wurde s. Zt. schon (1905—07) von Minuth an eingehenden Untersuchungen studiert.¹⁾

Minuth kam auf Grund umfangreicher Untersuchungen zu der Auffassung, daß der Läuterbottich mit horizontalem festem Boden nicht gerade die geeignetste Ausführung sei, um Ungleichmäßigkeiten bei der Läuterung zu verhindern, und die Läuterzeit ohne Nachteile für die Extraktgewinnung zu verkürzen.

¹⁾ Minuth: Zeitschrift f. ges. Brauwesen 1907 Nr. 16 u. 17.

Ungleichheiten kommen bei dem sturzartigen Überpumpen der Maische und beim Zurückpumpen der Trübwürze vor. Sie kommen außerdem vor:

- wenn ungeeignete Aufhackmaschinen verwendet, und dadurch die Treber nicht gleichmäßig durchgearbeitet werden;
- wenn die Nachgüsse ungleichmäßig verteilt werden;
- wenn Temperaturabfälle in den Trebern nicht verhindert werden;
- wenn die einzelnen Nachgüsse bis zum Trockenwerden der Treber ablaufen.

Sie lassen sich vermeiden:

- wenn der Läuterbottich so gebaut ist, daß die Würze zwischen Senk- und Läuterboden fast in wagerechter Richtung, und stets mit gleicher Geschwindigkeit abläuft;
- wenn die den einzelnen Abflußöffnungen entsprechenden Quellgebiete klein und von gleichem Umfang, und die Abflußöffnungen in der Mitte des Quellgebietes angebracht sind;
- und wenn die Läuterhähne auf gleichen Auslauf eingestellt werden.

Für die Läuterung ist von besonderer Bedeutung die Art der Lagerung der Treber.

Mit sinkender Flüssigkeit legen sie sich fester zusammen, der Druck steigert sich, die Treber werden nicht mehr von der Flüssigkeit getragen, sobald sie aus ihr herauszuragen beginnen. Mit der Steigerung wird die Sperrigkeit vermindert, und der Durchgang der Würze wie der Nachgüsse behindert. In dünnen Maischen legen sich deshalb die Treber lockerer als in dicken Maischen.

Das Zusammenziehen erstreckt sich nicht gleichmäßig über die Schichten: Die direkt über den Abflußöffnungen stehende Flüssigkeit läuft mit größerer Geschwindigkeit ab, als die entfernteren Teile. Die Treber ziehen sich deshalb hier schneller zusammen, und der Würzedurchfluß verschiebt sich mehr und mehr in die lockeren, weiteren Kreise um die Abflußöffnung. Es entstehen kreisförmige Dichtigkeitsabstufungen von der Abflußöffnung an nach den äußeren Zonen der Quellgebiete, so daß eine gleichmäßige Extraktentziehung erschwert wird. Die größeren Extraktreste werden um die dichteren Abflußöffnungen zurückgehalten. Nicht ohne Bedeutung für die Ungleichmäßigkeit in der Aussüßung ist auch die Lage der Quellgebiete, und ihr Umfang.

Um die schädliche Verdichtung der Treber zu mindern, ist die Maische vor Abkühlung zu schützen, da mit der Abkühlung die Zähflüssigkeit der Würze zunimmt, Verlangsamung im Ablauf eintritt, und die Treber in kälterer Maische sich dichter ablagern. Dementsprechend ist auch bei den Nachgüssen auf Einhaltung solcher Temperatur zu achten, daß die Treber sich nicht unter die Abmaischtemperaturen abkühlen.

Von Einfluß ist auch die Geschwindigkeit des Ablaufs. Würze und Nachgußwasser sollen mit gleichmäßiger Geschwindigkeit im Bottich

niedergehen, und dabei gewisse Grenzen in der Geschwindigkeit nicht überschreiten, weil sonst festeres Zusammenziehen der Treber erfolgt. Zur Kontrolle und Einstellung der Abflußgeschwindigkeit ließe sich nach Minuth eine Meßvorrichtung im Anschluß an die Läuterhähne anbringen.

Unter Beachtung dieser Einflüsse und Einwirkungen kann geläutert werden, ohne daß die Treber aufgelockert zu werden brauchen, und es lassen sich unter Vermeidung von Ausbeuteminderungen Verkürzungen der Läuterzeit unter Umständen bis annähernd um die Hälfte erzielen.

Minuth erreichte die stärkste Verkürzung der Läuterzeit bei Verwendung eines Bottichs mit einem Bottichboden mit einem schwach konischen Auslauf nach der Mitte, der sich in das Abflußrohr fortsetzte, und erzielte damit eine Verkürzung der Läuterzeit auf $1\frac{3}{4}$ Stunden. (Abb. 64.)

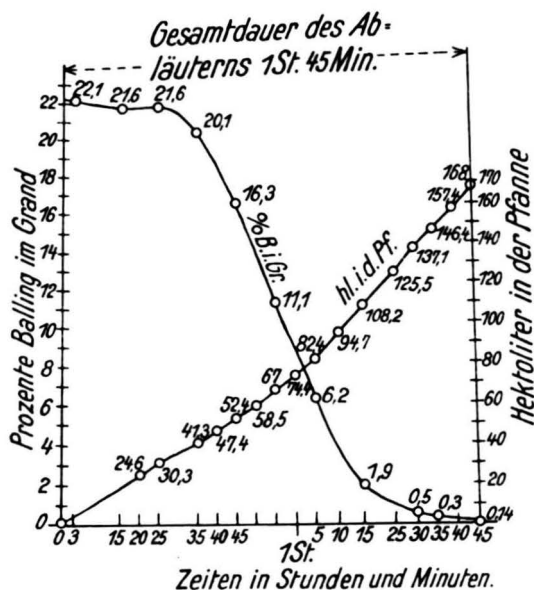


Abb. 64. Schnellläuterung im ununterbrochenen Verfahren (Minuth)

In der Folge ist indes nirgends mehr von dieser Einrichtung die Rede, ein Zeichen, daß die auf Grund der günstigen Versuche gehegten Erwartungen sich doch nicht erfüllt haben.

13. Die ununterbrochene Läuterung

a) Verwendung von Auflockermaschinen und rotierenden Anschwänzern.

Der Weg von der unterbrochenen Läuterung zur ununterbrochenen ist nun mit Erfolg beschritten. Nicht der erste war allerdings Minuth, denn lange zuvor hatten ihn z. B. Zimmermann und andere schon gezeigt.

Die ununterbrochene Läuterung kommt besonders in dem Hellwigschen Verfahren (1905, 1907¹⁾) zur Anwendung. Nach diesem Verfahren vollzieht sich die Abläuterung, welche ununterbrochen stattfindet, bei ständiger Bewegung der Maische vermittels eines aus

¹⁾ Wochenschr. f. Br. 1910, S. 140.

gabelförmigen Mischern bzw. aus senkrecht gegeneinander versetzten Messern bestehenden Rührwerks, welches in langsamer Bewegung allmählich gesenkt wird, und die Treber in horizontaler Richtung umschichtet, in vertikaler Richtung aber möglichst wenig durchmischt. Die Senkung der Messer erfolgt bis auf eine geringe unberührt bleibende Filterschicht auf dem Senkboden.

Die Nichtauflockerung dieser Boden-Treberschicht ist eine unbedingte Voraussetzung für diese Arbeitsweise.

β) Die Hoffmannsche Schwimmkiste.

Die ununterbrochene Läuterung ist nun aber keineswegs an Ausführungsformen gebunden, wie sie durch das Hellwigsche Verfahren bedingt sind. Die ständige Durchpflügung der Treber ist keine notwendige Voraussetzung dafür. Eine Durchpflügung ist überhaupt nicht erforderlich, um ohne Unterbrechung zu läutern.

Bekannt war ja auch schon die ununterbrochene Abläuterung sowohl wie die Auflockerung der Treber in horizontaler Richtung, allerdings nicht aber das gleichzeitige Zusammenarbeiten beider Vorgänge.

Um unter solchen veränderten Verhältnissen eine ununterbrochene Läuterung

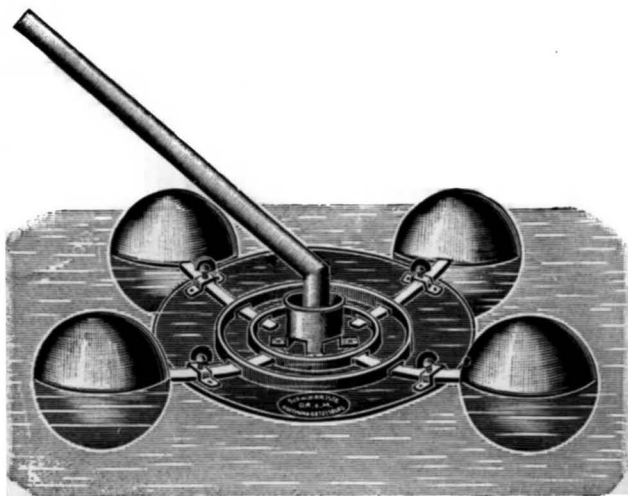


Abb. 65. Schwimmkiste (Hoffmann)

ohne Nachteile für den Läuterungsvorgang in bezug auf Zeit und Ausübungswirkung durchzuführen, hat Hoffmann, Ortelsburg 1908, in der Schwimmkiste ein höchst einfaches und praktisches Verfahren geschaffen (Abb. 65). Die Umhackmaschine wird damit entbehrlich gemacht, der Läuterungsvorgang aber, auf dem Verdrängungswege in kürzester Zeit durchgeführt.

Die Arbeitsweise bei dem Verfahren ist folgende: Sobald ein Teil der Vorderwürze abgezogen ist, wird heißes Wasser auf die Oberfläche gelassen, welches, über den Rand des Schwimmteilers fließend, infolge seiner höheren Temperatur als wesentlich leichtere Flüssigkeit sich auf der Würze ausbreitet, ohne sich mit ihr zu vermischen. Der Zulauf ist

so zu regeln, daß die Höhe des Wasserspiegels möglichst konstant bleibt und mindestens 20 cm von der Treberoberfläche an beträgt. Der Zulauf kann ständig, oder in mehrmaliger Unterbrechung erfolgen. Notwendig ist die Auflockerung der obersten Treberschicht und Durchmischung mit dem Oberteig sowie die Beseitigung der Risse und Kanäle, was zweckmäßigerweise mit einem Rechen durchgeführt werden kann.

Die Benutzung der Schwimmkiste ist aber auch anwendbar, wo Läuterbottiche mit Aufhackmaschinen ausgestattet sind. Bedingung ist indes, wie für jede ununterbrochene Läuterung, daß die unterste Treberschicht als Filterschicht in ihrer Lage keinerlei Veränderung unterliegt und daß, wenn Aufhackmaschinen benutzt werden, nur solche brauchbar sind, welche die Treber nur mit Messern bzw. Pflügen in horizontaler Richtung lockern.

7) Der Aussüßungsvorgang als Diffusions- und Verdrängungsvorgang

Bewirken die Verfahren, welche sich der mit Messern ausgestatteten Umhackmaschinen und rotierender Anschwänzevorrichtungen bedienen, bei ständiger Überschichtung mit Nachgußwasser schon stufenweise eine Verdrängung des Extraktes aus den Trebern, so kommt die Verdrängungsmethode noch erfolgreicher bei der ruhigen Aufschichtung mit Wasser (Verwendung der Schwimmkiste) zum Ausdruck.

Früher schon vereinzelt in ihrer Bedeutung erkannt und angewandt, ist doch die Überlegenheit der Verdrängungsmethode, bei welcher aber auch, und zwar in nicht unerheblichem Maße, Diffusionsvorgänge mitwirken, — gegenüber den alten Läuterverfahren, bei welchen man die Würze erst vollständig ablaufen ließ, oder bis die Treber frei lagen, mehrere Nachgüsse gab und dabei auch wieder so verfuhr —, mehr und mehr durch die praktische Erfahrung bestätigt, und nun auf dem Wege, Allgemeingut der Erkenntnis der Praxis zu werden.

Die ständige Läuterung gestattet es auch, ohne praktisch in Frage kommende Verluste den Läuterprozeß früher zu beenden, ehe spindlungsgemäß tiefste Extraktprozente erreicht sind, da die Extraktanzeigen am Auslauf der Läuterhähne nicht den in der ganzen Treberschicht, sondern nur den in der untersten dünnen Schicht enthaltenen Extrakt angeben.

Bezüglich der Vorgänge bei der Läuterung sei noch auf folgende physikalische Zusammenhänge hingewiesen:

Es besteht zu Beginn gleichmäßige Verteilung des Extraktes in der freien Flüssigkeit, und in den durchtränkten festen Teilen.

Bei dem alten Verfahren, bei welchem nach erfolgtem Umhacken der Treber Anschwänzwasser zugeführt, und wieder umgehackt wird, wird die in den Trebern zurückgebliebene Würze in mechanischer Weise mit Wasser vermischt. Zu der mechanischen Durchmischung tritt die Diffusion, welche von den Trebern eingeschlossene Extraktteile dem Aufgußwasser zuführt. So nehmen auch diese ab. Der Extrakt-

gehalt in der ganzen Treberschicht sinkt plötzlich stark ab. Das wiederholt sich, so oft nach Ablauf der Nachwürze ein erneutes Anschwänzen und Umhacken erfolgt.

Der Aussüßungsvorgang verläuft langsam, einmal wegen der notwendig werdenden Unterbrechungen, sodann wegen der jedesmal beim Umhacken und Anschwänzen erfolgten Durchmischung der gesamten Trebermasse mit dem Nachgußwasser.

Dabei ist der Wasserverbrauch ein großer.

Mit dem Zulauf des Nachgußwassers setzt bei **u n u n t e r b r o c h e n e r L ä u t e r u n g** sogleich der Vorgang der Verdrängung ein. Es wird die freie Flüssigkeit leichter verdrängt, als die eingeschlossene.

Zu ihm gesellt sich nach und nach die Diffusion. Zuerst wieder wegen der hohen Viskosität und schwereren Durchdringung der Würze langsamer, nimmt sie mit fortschreitender Aussüßung zu, in dem Maße, wie die Viskosität vermindert und die Vermischung erleichtert wird.

Der zeitliche Verlauf des Aussüßungsvorganges ist ein schnellerer.

Dabei ist es aber nicht ohne Bedeutung, in welcher Weise das Anschwänzwasser zugeleitet wird. Erfolgt die Zuleitung durch rotierende Anschwänzer, so dringt infolge des sturzartigen Zuflusses das Wasser in die extraktführenden Oberschichten, und es entstehen Durchmischungen, durch welche die Auslaugung Verzögerung erfährt. Wird indes das Wasser in langsamem, ruhigem Strom auf die Oberfläche geleitet, so vermag es sich ohne Vermischung aufzuschichten, und in schnellerem Fortgang die extraktführenden unteren Schichten zu verdrängen, sowie auf dem Wege der Diffusion die Extraktstoffe aus den Rückständen schneller herauszulösen.

Der Wasserverbrauch ist ein geringerer.

Der Verlauf der Extraktentziehung wird bei dem ununterbrochenen Läuterungsverfahren durch eine anfänglich stark fallende, später mehr und mehr verflachende Kurve gekennzeichnet, während bei unterbrochener Läuterung mit eingeschalteter Treberlockerung durch Aufhacker schroff durchrissene und steil gesenkte Kurven entstehen.

Die letzten Extraktreste zu gewinnen, wird schließlich nur möglich durch größeren Verbrauch von Nachgußwasser.

δ) Die letzten Nachgüsse.

Die **Z w e c k m ä ß i g k e i t** der Gewinnung der letzten Reste ist danach zu beurteilen, inwieweit durch die größeren Wassermengen der Würzepfanne Wasser zugeführt wird, das wieder verdampft werden muß (Kohlen- bzw. Dampfverbrauch), und inwieweit qualitative Einbußen für das Bier durch stärkere Extraktion von Spelzenstoffen entstehen, die namentlich bei Verwendung von Karbonatwässern und bei zu langsamem Fortgang des Aussüßungsprozesses zu fürchten sind.

Die stärkere Entziehung der herbstrengen Spelzenstoffe am Ende der Läuterung, die man zu vermeiden sucht, und die besonders stark bei

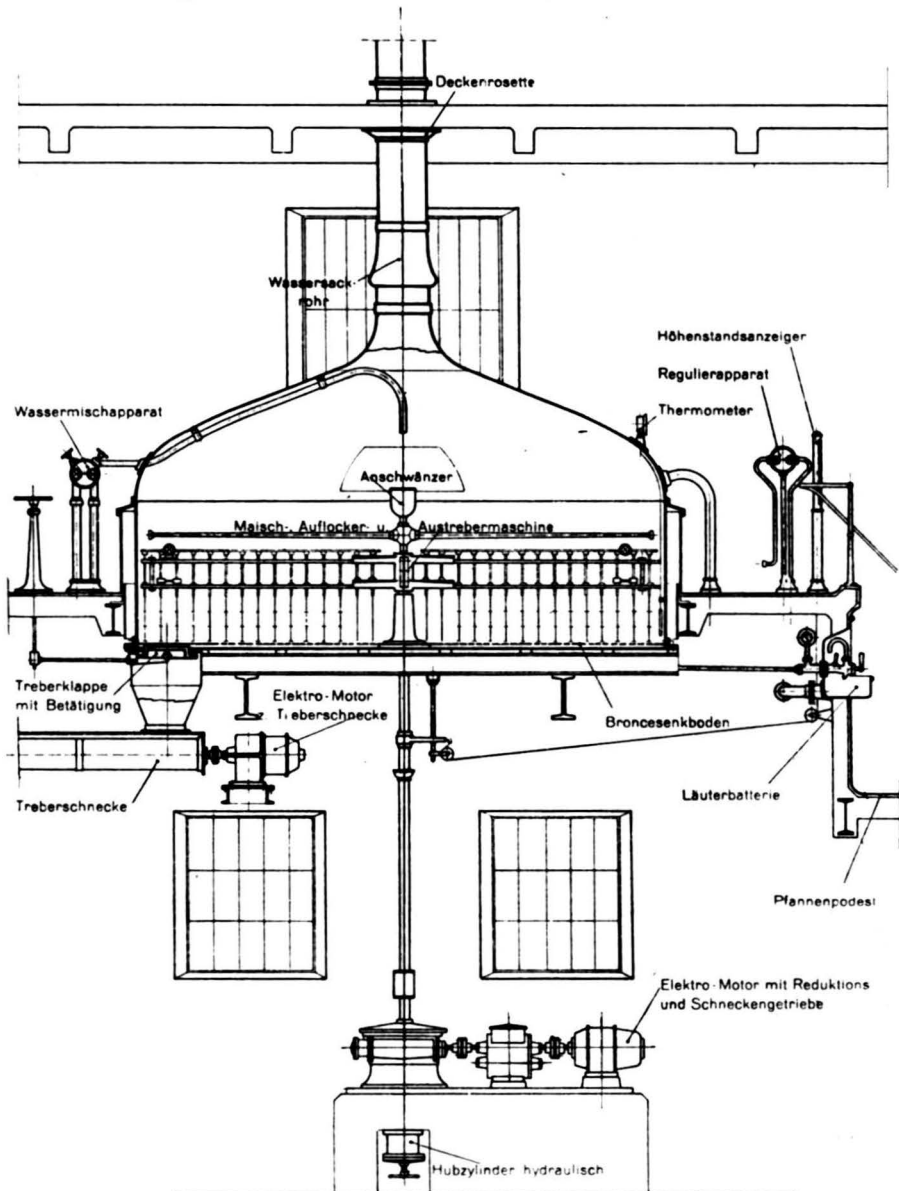


Abb. 66. Läuterbottichanlage (Ziemann)

Verarbeitung von Malzen aus grobspelzigen Gersten hervortreten, ist teils eine Folge der mit fortschreitender Aussüßung Hand in Hand gehenden

chemischen Entleerung des Wassers, welches dadurch an Aufnahmefähigkeit zunimmt, und damit auch mehr schwerlösliche Spelzenstoffe herauslöst, teils eine Folge der Verschiebung des phs nach der alkalischen Seite durch die Extraktabnahme des Nachgusses, wodurch auch die Lösung gerb- bzw. bitterstoffhaltiger Stoffe begünstigt wird.

Eine weitgehende Lösung dieser Spelzenstoffe ist namentlich nicht erwünscht, wenn es darauf ankommt, hochfeine, zarte helle Hopfen-Biere herzustellen. Deshalb wird in solchen Fällen davon abgesehen, die Treber zu weit auszusüßen. Bis zu welchem Grade der Aussüßungsvorgang geleitet wird, ist eine Sache persönlicher Auffassung. So begegnet man denn auch in der Praxis Arbeitsmethoden, bei welchen der Aussüßungsvorgang unterbrochen, und der Einlauf von Nachguß in die Würzpfanne abgestellt wird, je nach dem, ob der Extraktgehalt des Nachgusses bis auf 0,4 oder 0,6, auch wohl erst bis auf 1%, ja selbst erst bis 1,5—2% gesunken ist. Manche Betriebe gehen sogar so weit, die Nachgüsse für ihre feinen Sonderbiere nicht mehr in die Pfanne laufen zu lassen, wenn sie bis auf 3 oder gar erst bis 4% Extrakt zurückgegangen sind.

Die herben und unerwünschten Spelzengeschmacksstoffe lassen sich aber bekanntlich schon beseitigen, ehe die Gerste in Malz verwandelt wird. Durch Behandlung der Gerste in der Weiche mit Alkalien und warmer Wäsche ist man imstande, diese Stoffe in erheblichem Maße auszuziehen, so daß die betreffenden Malze schon von vornherein verarmt daran sind und eine weitgehende Aussüßung der Treber unbedenklich erfolgen kann, wenn sie für erforderlich erachtet wird.

Bei Beachtung aller, bzw. der wichtigsten vorstehend aufgeführten Grundsätze und Richtlinien, und bei Benutzung eines sachgemäß gebauten Läuterbottichs, kann die L ä u t e r z e i t, welche normalerweise 3—4 Stunden beträgt, bis auf 2—3 Stunden herabgedrückt werden.

14. Grundsätze und gegenwärtiger Stand der Läuterungsfrage

Wenn als Ziel gilt — was in brautechnischer wie in wirtschaftlicher Hinsicht bejaht werden muß — in tunlichst kürzester Zeit bei geringstem Arbeitsaufwand, Wasserverbrauch und einfachster maschineller Vorrichtung, gleichzeitig aber auch bei möglichst vollständiger Aufschließung des Malzes und unter Fernhaltung von Einflüssen, welche unter Umständen schädlich für die Bierqualität werden können, die Würze möglichst bis auf die letzten quantitativ bedeutungslosen, qualitativ nicht immer erwünschten Reste von den Trebern zu läutern, so sind dabei mannigfache Zusammenhänge und Beziehungen grundsätzlicher Art festzustellen, und eine Reihe bestimmter Richtlinien für die Durchführung des Läutervorganges zu beachten:

1. M a l z. Gut gelöstes und mürbes Malz ergibt eine bessere Läuterung als mangelhaft gelöstes und hartes.

2. S c h r o t u n g. Schrotung muß dem Malz angemessen sein.

Mangelhaft gelöstes und hartes Malz darf nicht so fein geschrotet werden als mürbes.

3. **Malz-Wassergemisch beim Einmaischen.** In dünnen Maischen liegen die Treber lockerer als in dicken Maischen. Die Läuterung verläuft schneller (Vorderwürze nicht über 17—18%).

4. **Maischverfahren.** Beim Hinarbeiten auf hohen Zucker- gehalt und reichlichen Eiweißabbau lagern sich die Treber lockerer, und lassen ein schnelles Läutern zu. Dextrinreiche Würzen besitzen größere Viskosität, und läutern deshalb schwerer. Reichlicher Eiweißabbau ist vor allem bei mangelhaft gelösten Malzen anzustreben.

Darum wirken weiches Wasser, Betonung der Eiweißabbautempera- turen, biologische Säuerung günstig auf das Läutern.

5. **Abmaischen.** Der Läuterbottich ist anzuwärmen; heißes Wasser ist von unten bis zur Bedeckung des Senkbodens einzulassen; Entmischung beim Abmaischen zu verhindern. Zu verhindern ist auch Abkühlung während der Läuterung.

6. **Läutereinrichtung:**

a) **Senkboden.** Schlitzung ist geeigneter als Lochung. Schlit- zung und Lochung müssen sich über den ganzen Senkboden erstrecken, und von richtiger Weite und Anordnung sein. Für Offenhaltung der Schlitzte und Löcher ist zu sorgen.

Vergrößerung der Läuterfläche durch vertikale Läutergestelle wirkt beschleunigend auf die Läuterung.

Die Quellgebiete sollen sachgemäß angelegt und möglichst klein sein. Üblich ist es, sie ca. 1 qm groß zu bemessen. Ob der Anordnung gegeneinander abgeschlossener Abteilungen unter den Quellgebieten auf dem Bottichboden ein gewisser Vorteil zuzusprechen ist, bleibt noch um- stritten.

b) **Läuterbatterie.** Die Läuterhähne sollen möglichst keine Luft einziehen lassen (Ausmündung in Ω -schenkelrohr). Die Ableitung durch geschlossenes hochgelegenes Sammelrohr bietet gewisse Vorteile (Abhaltung des Luftzutritts, Verhütung von Nachdunkeln, durch Druck- ausgleich größere Gleichmäßigkeit im Treberdurchfluß). Auch die Zwischenschaltung eines Druckausgleichgefäßes wirkt sich vorteilhaft aus, dadurch daß es rechtzeitig dem Sichfestsetzen der Treber entgegen- wirken kann, was allerdings auch in gewissem Grade durch ein hochge- legenes Sammelrohr bzw. durch Ω -schenkelrohre geschieht.

7. **Technik der Läuterung und Nachgußführung.**

Den alten Grundsätzen gemäß ist zuerst langsam zu läutern; auch am Anfang der Nachgußführung.

Die Vorderwürze ist möglichst nur so weit abziehen, bis sie auf wenige Zentimeter unter der Treberoberfläche abgesunken ist.

Bei Verwendung rotierender Anschwänzer soll das Anschwänzwasser

nicht mit zu großem Druck zugeführt werden, um nicht durch tiefes Eindringen in die Treber und Aufwühlen großer Schichten mit starker Würze diese nach oben zu heben. Vorteilhafter sind deshalb frei rotierende, mit dem Umhacker nicht verbundene Anschwänzer.

Der Zulauf von Wasser kann ununterbrochen, oder auch mit Unterbrechungen erfolgen. Das Aufgußwasser soll stets in reichlicher Höhe (mindestens 20 cm) Aufschicht bilden; einmal zwecks Lockerhaltung der Treber, sodann als Verhinderung des Wirksamwerdens der oxydatischen Enzyme, und der Bildung zufärbender und geschmacksunedler löslicher Stoffe. Schädlich sind in dieser Hinsicht besonders Karbonatwässer.

In den Treberschichten soll gleich hohe Temperatur herrschen; die Würze möglichst mit 70—73° C ablaufen. Ununterbrochenes Läutern ist dem unterbrochenen überlegen.

a) Verwendung von Aufhackmaschinen. Am geeignetsten sind Maschinen mit Messern, welche die Treber in horizontaler Richtung auflockern, ohne sie vorwärts zu schieben. Zweckmäßiger scheint es, die Aufhacker nicht ständig, sondern nur zeitweilig laufen zu lassen. Die unterste Treberschicht darf nicht aufgelockert werden.

b) Ausschaltung der Aufhackmaschine. (Verwendung der Schwimmkiste.) Beim ständigen Zulauf von Nachgußwasser wird dieses auf den Würzespiegel aufgeschichtet. Zum Auflockern der obersten Treberschicht und Verteilen des Oberteiges, wie zur Beseitigung von Ungleichheiten der Treberoberfläche, werden diese mit einem Rechen (oder mit zweckmäßigen Aufhackmaschinen, falls diese vorhanden sind), durchgepflügt, wobei der Wasserzulauf kurzzeitig unterbrochen werden kann.

c) Die Überwachung des Ablaufs aus den einzelnen Läuterhähnen, und die rechtzeitige Einstellung der letzteren, gemäß der bei dem Fortgang der Aussüßung zutage tretenden Extraktionsunterschiede, bleibt nach wie vor ein wertvolles Kontrollmittel des Verlaufs der Läuterung, und besonders der Nachgußführung.

B. Das Läutern unter Ausschaltung des Läuterbottichs

1. Einrichtungen und Anlagen, die sich nicht als brauchbar erwiesen haben

Die Vorschläge und Erfindungen zur Verbesserung der Läuterung beschränken sich nun aber keineswegs in der Hauptsache auf die Beibehaltung des üblichen runden Läuterbottichs.

In weit größerer Mannigfaltigkeit hat sich das Tätigkeitsfeld der Erfinder zur Lösung des Problems in ganz anderen Richtungen ausgedehnt.

Wie vielerlei und merkwürdigster Art die Vorschläge auch waren, keiner von ihnen hat größere Bedeutung als theoretische Gedankenentwicklung gehabt, ist je praktisch zur Ausprobung gekommen, und zu einer brauchbaren Betriebseinrichtung geworden.

Es wird trotzdem des Interesses nicht entbehren, einige aus dem vielseitigen Gedankenkreis aufzuführen, in welchem sich der Erfindergeist zu betätigen suchte, um immer noch bessere, praktischere Lösungen der Läuterungsfrage zu finden.

So suchte man u. a. durch **Sie b z y l i n d e r** und durch **P r e ß w a l z e n**, deren Mantel aus einem feinen Sieb bestand, die Würze von den Trebern zu trennen, und letztere auch auszusüßen.

R u t s c h m a n n will durch Auspressen der Maische zwischen zwei horizontalen, verstellbaren Siebböden läutern.

P r a n d t l will die **F i l t e r p r e s s e** zur Läuterung benutzen, und damit zuerst die trübe Würze aus der ständig in Bewegung gehaltenen Maische filtrieren, dann die im Bottich verbleibenden Treber wiederholt mit heißem Wasser aufmaischen, und nun die trüben Nachwürzen ebenfalls der Filterpresse zuleiten.

H e n i u s, Chikago, entwickelt die Idee, statt des Bottichs ein zylindrisches Gefäß zu bauen, das als Trommel drehbar, und mit einem Sieb ausgestattet ist, welches beim Maischen nach oben gestellt wird, und dadurch nicht verstopft werden kann.

Die Bestrebungen gehen auch dahin, das in den Zuckerfabriken zur Gewinnung des Rübenzuckers gebräuchliche Diffusionsverfahren anzuwenden.

Besonderen Reiz mußte es haben, an das Problem heranzutreten, die Würze von den Trebern durch Benutzung von **Z e n t r i f u g e n** zu trennen, denn die mit diesem Verfahren verbundenen Vorteile lagen allzu greifbar auf der Hand. Das Abschleudern bedeutet eine außerordentlich starke Zeitverkürzung, liefert eine fast trockene Trebermasse, deren Transport zu den Viehhaltern nicht durch Wasserballast erschwert wird, und welche für die Trocknung mittels Trockenapparate weitgehend vorbehandelt ist. Nicht zu vergessen der Fortfall von Aufhackmaschinen, starke Einschränkung des zum Aussüßen benötigten heißen Wassers und ev. Ersparnis an Kohle und Dampf für das Einkochen der Würze.

Erfindungen über Erfindungen erschienen, und Versuche über Versuche wurden gemacht. Das Problem der Abschleudung ist bis auf die heutige Zeit ungelöst geblieben.

2. Filterpresse (Maischefilter)

Anregungen, statt des Läuterbottichs Filterpressen zu verwenden, gehen bis auf den Anfang des 19. Jahrhunderts zurück. **H e r m b s t ä d t**, 1819, erwägt schon die Idee. **G a l l a n d**, 1874, macht die ersten praktischen Versuche mit einer besonderen von ihm erfundenen Konstruktion.

Kempe, 1892, versucht die Läuterung mit Hilfe der Dehneschen Filterpresse.

Alle Bemühungen bleiben aber erfolglos, bis der Bau von Filterpressen gelingt, welche endlich zu praktischen Ergebnissen und regelmäßiger Benutzung in einer Reihe von belgischen Brauereien führt. (Anfang der 90er Jahre.)

Nach den noch als primitiv zu bezeichnenden Konstruktionen von de Meulemeester¹⁾, u. a., entsteht in der Filterpresse von Meura (1901) die grundlegende Form, durch welche nun erst der erfolgreichen Einführung in die Praxis die Wege geebnet werden.

Die Meurapresse ist eine Rahmenpresse, bei welcher Rahmen mit gerippten Platten wechseln. Der oben seitlich angeordnete Kanal für den Eintritt der Maische ist weit, und die Filtration erfolgt nicht unter Anwendung von höherem Pumpendruck auf die Maische, sondern nur unter der Einwirkung des Drucks der wenige Meter betragenden Fallhöhe der Maische²⁾.

Die Rinnen in den Platten sind tief und breit, damit die über die Platten gelegten Filtertücher bei dem Druck der Maische sie nicht verstopfen können.

Eine weitere Verbesserung bedeutet die Filterpresse von Croßmann³⁾, 1902.

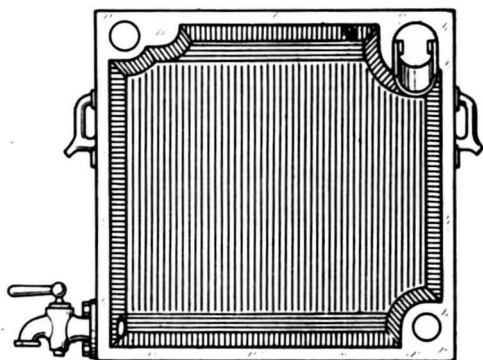


Abb. 67. Maischefilter, Kammerpresse. Gerippte Platte (Weigel)

Rahmen und Rippenkörper wechseln wieder wie bei der Meurapresse miteinander ab. Die Rahmen sind dicker (7,5 cm) als die der Meurapresse (4 cm). Die Platten sind in wagerechter und senkrechter Richtung gerippt. Im Unterschied zu der Meurapresse werden die Filtertücher nicht über die Rippenkörper, sondern über die Rahmen gelegt. Durch einen Schlitz dringt die Maische aus dem Zuleitungskanal in die Rahmen. Der Ableitungskanal für Hauptwürze und Nachgüsse sowie der Zuleitungskanal für das Anschwänzwasser befinden sich außerhalb der Platten, während sie bei der Presse von Meura innerhalb derselben liegen.

Zu gleicher Zeit tritt Weigel, 1902, mit einer neuen Konstruktion hervor. (Abb. 67).

Die von ihm gebaute Presse ist eine Kammerpresse. Sie besteht nur aus gerippten Platten mit glatt gehobelten ausspringenden Rändern.

¹⁾ Heinkelmann, Wochenschrift für Br. 1905, S. 289 und 317.

²⁾ W. Windisch, Wochenschrift f. Brauerei 1902, S. 169.

³⁾ Cannon und Brown, Journal of the I. of Br. 1906, S. 11.

Die Platten, über welche, gleich wie bei Meura, die Filtertücher gelegt werden, bilden nach dem Zusammenschrauben, je zwei miteinander, eine Kammer für die zugeführte Maische. Der Zuführungskanal liegt oberhalb der Kammern. Zum Dichten der Platten gegen den Zuführungskanal dient

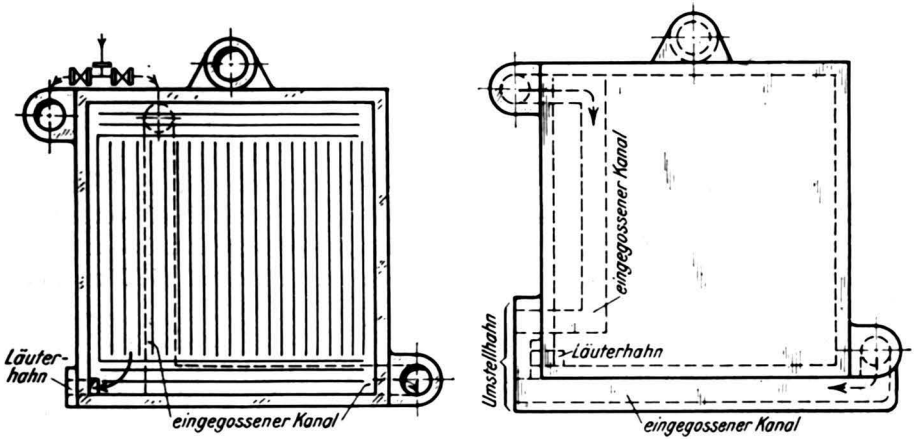


Abb. 68. Eintrittsplatte, innere Seite

Rahmenfilter (Weigel)

Abb. 69. Schlußplatte, Außenseite

eine besonders konstruierte Klappe, welche das Eindringen der Maische hinter die Filtertücher verhindert.

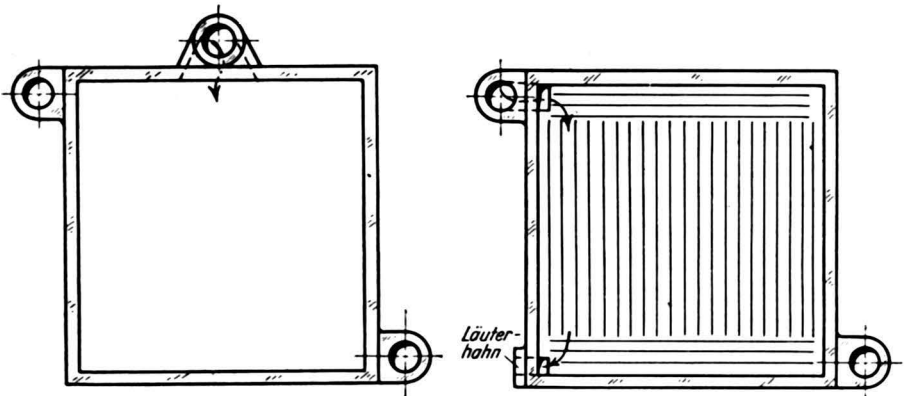


Abb. 70. Maischerahmen

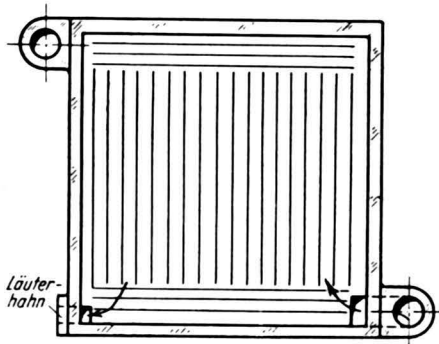
Rahmenfilter (Weigel)

Abb. 71 Filterplatte 1., 3., 5., usw.

Durch sämtliche Platten geht an einer unteren Ecke ein Kanal, der abwechselnd mit ihnen Verbindung hat. So besteht z. B. Verbindung zu der ersten, dritten, fünften usw. Platte, während sie bei der zweiten, vierten, sechsten usw. fehlt.

Beim Läutern der Hauptwürze sind die Ablaufhähne sämtlicher Platten geöffnet, beim Ablauf der Nachwürzen dagegen die Hähne der Platten 1, 3, 5, 7 usw. geschlossen. Das Anschwänzwasser tritt zwischen Filtertüchern und Platten in die Rinnen ein, steigt dabei bis oben an den Rand der Platten an, durchdringt die Treberkuchen, sammelt sich auf der anderen Seite der Kuchen hinter den Filtertüchern, und fließt durch einen oben liegenden Kanal den entsprechenden offenen Hähnen der benachbarten Platten zu. Der Weg des Anschwänzwassers ist derselbe wie bei Meura-Croßmann.

In der Folge läßt indes Weigel das Kammerfilter fallen, und geht zum Bau von Rahmenfiltern über. (Abb. 68—72.)



Rahmenfilter (Weigel)
Abb. 72. Filterplatte 2, 4., 6., usw.

Gleich der Croßmannschen Konstruktion erhalten die neuen Filter Rahmen und Platten, und Angüsse außerhalb derselben.

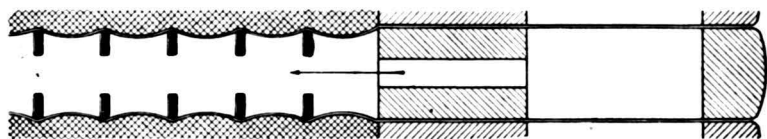


Abb. 73. Freikammer-Querschnitt (Greffenius)

Doch werden die Tücher nicht über die Rahmen, sondern wie bei der Meurapresse über die Platten gelegt. Die Zuleitung des Anschwänzwassers wird in der Weise geregelt, daß sie sowohl von unten, wie auch von oben erfolgen kann.

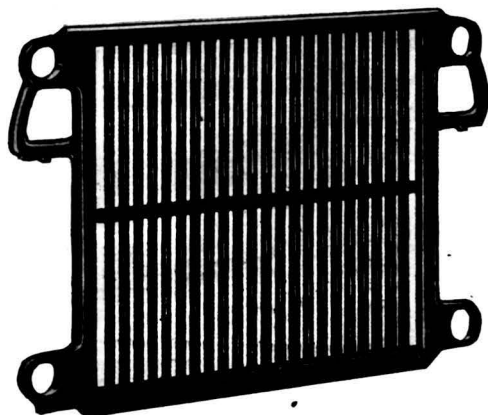


Abb. 74. Gitterkammer (Greffenius)

Um dieselbe Zeit treten Schäfer und Langen (Krefeld) mit dem Gitterkammerfilter¹⁾ (Freikammerfilter) hervor, bei welchem statt der festen Rippenplatten durchbrochene Stäbe (Gitter) verwandt werden. (Abb. 73 u. 74.)

¹⁾ Später Greffenius, Humboldt, Miag.

Die Vorzüge der Filterpresse, welche man auf Vorschlag von W. Windisch fortan als **Maischefilter** bezeichnete, wurden namentlich durch die Arbeiten von Windisch nach zahlreichen Versuchen in den verschiedensten Brauereien dargetan.

Als solche traten hervor: Abkürzung der Läuterzeit, welche letztere sich im Durchschnitt auf $2\frac{1}{2}$ Stunden stellte, bei Erstversuchen sogar in kaum mehr als einer Stunde durchgeführt wurde,

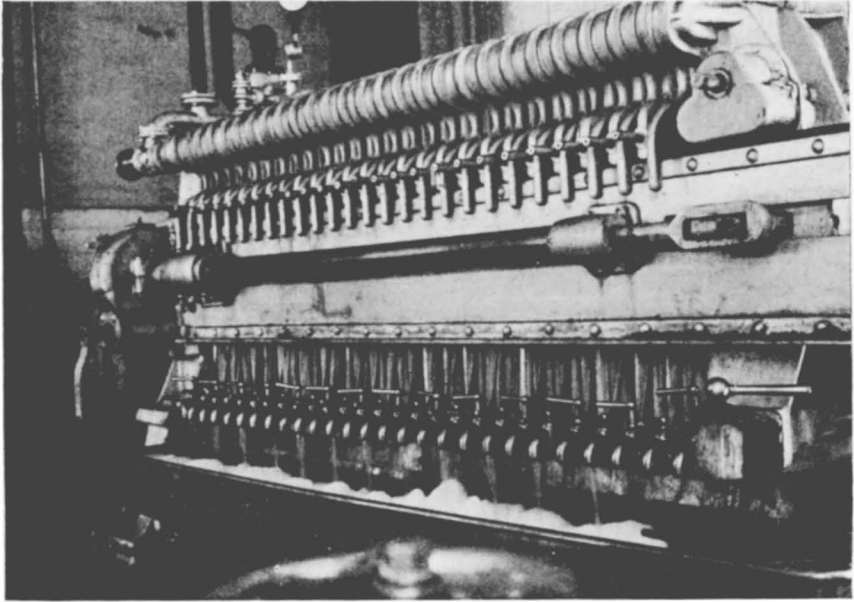


Abb. 75. Maischefilter (Weigel) für 40 Ztr. Schüttung

Verarbeitung von Feinschrot,
bessere Verarbeitung mangelhafter Malze,
Erreichung höchster Ausbeuten,
Geschmacksverbesserungen durch verkürzte Läuterzeit,
Ermöglichung der Produktionssteigerung unter Vermeidung von
teureren und größeren Neubauten.

Diesen Vorteilen gegenüber wurden die mit der Einführung des Maischefilters verbundenen Nachteile in den Hintergrund gedrängt:

Es waren das

der Verschleiß der Filtertücher,
Zeit und Arbeitsaufwand für Waschen und Einlegen der Tücher,
höherer Kraftverbrauch für die Schrotung,
hohe Anschaffungskosten.

So lag ein Anreiz nahe, von dem Läuterbottich zum Maischefilter überzugehen. In immer weiteren Kreisen stieg das Interesse. Der Maischefilter trat einen glänzenden Siegeszug an, welcher sich über alle Erdteile

ergoß, zumal Filter aller Größenverhältnisse (bis zu 200 Zentner Schüttung) gebaut werden konnten, und in verschiedener Hinsicht Verbesserungen eintraten, von denen besonders die zuerst von Schäfer und Langen angewandte Einführung der Maische in der Mitte oberhalb des Filters hervorzuheben ist. (Abb. 75—78.)

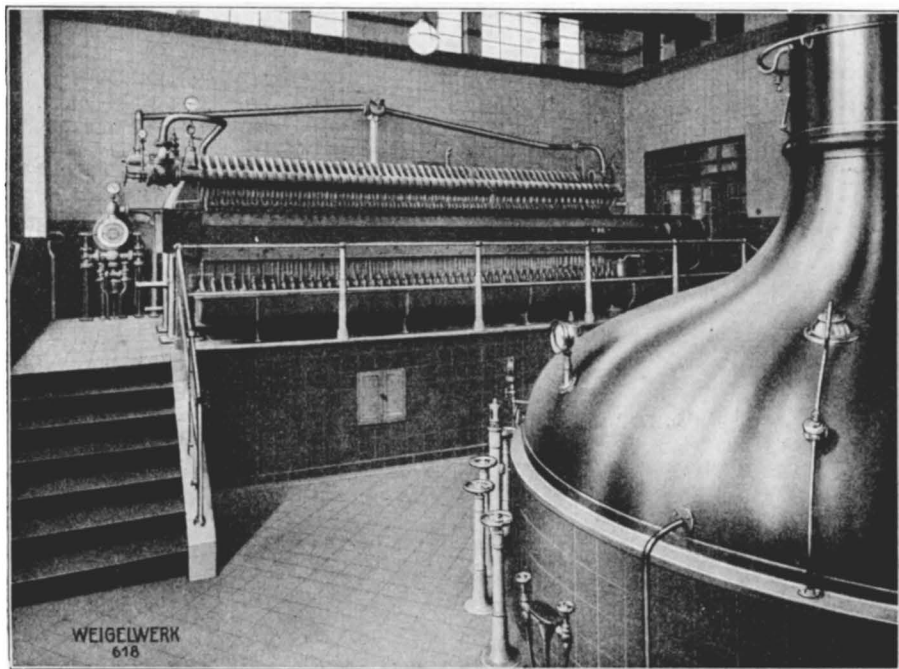


Abb. 76. Maischefilter (Weigel) für 80 Ztr. Schüttung

Die „Maischefilterperiode“ hielt bis in die allerjüngste Zeit an, wo wieder eine Abkehr vom Filter eintrat, und das allgemeine Urteil wieder zugunsten des Läuterbottichs umschlug.

Die Ursachen waren unschwer zu erkennen. Die dem Maischefilter nicht abzusprechenden Überlegenheiten hatten sich nicht überall erweisen lassen. Ausbeuteerhöhungen entsprachen vielfach den gehegten Erwartungen nicht. Die Verarbeitung mangelhafter Malze war nicht selten auch mit Schwierigkeiten verbunden. Andererseits wurden die mit der Benutzung des Maischefilters verbundenen Reinigungs- und Vorbereitungsarbeiten, das Nachlassen der Filtrationsfähigkeit der Tücher ¹⁾ auch

¹⁾ Die Erlahmung der Filtrationsfähigkeit ist unterschiedlich, teils abhängig von der Art und Dichte des Gewebes der Tücher, teils von der Inkrustierung durch organische Stoffe des Malzes und durch ausgeschiedene Mineralsalze. Die Gebrauchsfähigkeit wird schließlich derart verschlechtert, daß die Tücher erneuert werden müssen, was je nach Umständen nach 120 bis 300 bis 400 mali-

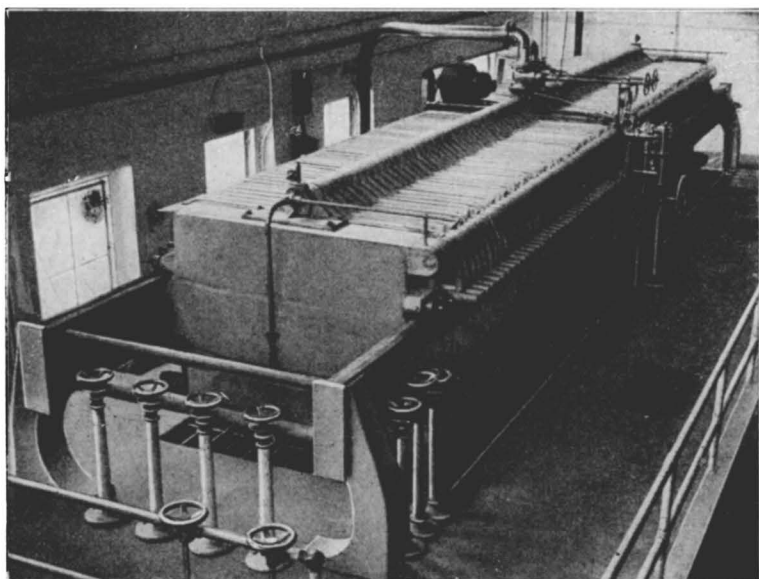


Abb. 77. Malscheffilter (Greffenius) für 180 Ztr. Schüttung

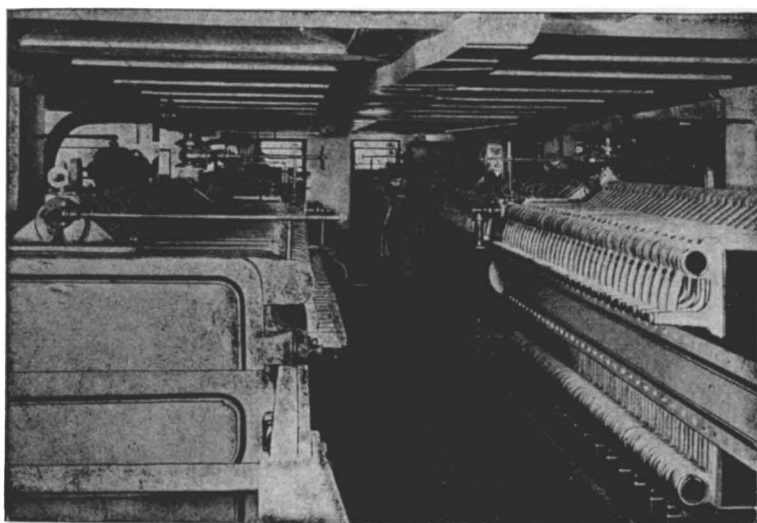


Abb. 78. Malscheffilteranlage für 750 Ztr. Schüttung (Miag)

gem Gebrauch erforderlich wird. Gebrauchte Tücher lassen sich bis zu einem gewissen Grade aber auch wieder auffrischen durch öftere Behandlung mit einer etwa 1%igen Antiforminlösung (10—30 Minuten in kochendem Wasser), auf welche zweckmäßigerweise zur Neutralisation zurückgehaltener Lösungsreste nach dem Auswaschen mit warmem Wasser Behandlung mit schwacher Essigsäure erfolgt.

nicht in dem Maße als unbeachtlich empfunden, als angenommen worden war.

Zudem kam hinzu, worauf schon in der Anfangsentwicklung der Maischefilterperiode von verschiedenen Seiten auf Grund genauer Feststellungen an Vergleichssuden hingewiesen worden war²⁾, daß bei Läuterbottichen unter geeigneten Verhältnissen gleich hohe Ausbeuten zu erzielen sind. Solche Fälle mehrten sich, besonders nachdem den Mühlenkonstruktionen größere Aufmerksamkeit zugewandt wurde, und man imstande war, feinere Schrote auch für Läuterbottichsude zu verwenden. Darum wirkte auch neben geeignetem Schrot der in der Konstruktion verbesserte Läuterbottich mit, die Ausbeuten zu steigern, so daß sie kaum mehr hinter denen des Maischefilters zurückstanden.

Auch hatte man gelernt, durch Betonung der Eiweißabbautemperaturen und andere Mittel, Malze, die nicht gut gelöst waren, besser aufzuschließen, und die Läuterung zu erleichtern. Man legte auch mehr Gewicht darauf, gut gelöstes Malz herzustellen, da gerade bei mangelhafter Lösung die Überlegenheit des Maischefilters hervortreten pflegte, beim Läuterbottich aber Läuterungsschwierigkeiten und Ausbeuteminderung eintraten, während bei gut gelösten mürben Malzen glatte Verarbeitung und höchste Ausbeute zu erreichen war.

Die Überlegenheit des Maischefilters erfuhr daher mit der Zeit mehr und mehr Einbuße, wobei auch der Umstand mitwirkte, daß man die eine Zeitlang übertriebenen Ausbeuteansprüche gegenüber der Qualitätsfrage zurückstellte, und letzten Endes noch besonders die technischen Läuterungsverbesserungen wie ununterbrochene Läuterung, verbesserte Auflockerungsmaschinen, Vergrößerung der Läuterfläche u. a. m. mit ihrer Verkürzung der Arbeitszeit dazu beitrugen, dem Läuterbottich mit seiner einfachen Arbeitsweise wieder solche Vorzüge zu geben, daß sich die Entscheidung jetzt allgemein wieder zu seinen Gunsten geneigt hat.

Kapitel VIII

Das Kochen mit Hopfen

A. Zwecke und Ziele des Hopfenkochens

a) Ältere und neuere Auffassungen insgesamt

Hauptwürze und Nachgüsse laufen in der Würzpfanne zusammen.

In früheren Zeiten behandelte man sie getrennt, stellte aus den Hauptwürzen die stärkeren, aus den Nachgüssen die schwächeren Biere her. Nach und nach geht man von dieser getrennten Behandlung wieder ab, und verarbeitet beide gemeinsam.

²⁾ U. a. Bleisch, Barth; Letzterer Zeitschrift f. ges. Brauwesen 1908, S. 573.

Später versuchte H a b i c h noch einmal, der getrennten Behandlung das Wort zu reden, da die nur aus den Hauptwürzen gebrauten Biere edler und feiner seien. Es wäre auch sinnlos, die Hauptwürzen in offenen Gefäßen zu kochen, bloß um das mit den Nachgüssen zugeführte Wasser zu verdampfen. Sie hätten schon ausreichende Konzentration und bedürften einer weiteren Eindampfung nicht. Um sie aber doch der notwendigen Kochung zu unterwerfen, gibt H a b i c h die Anregung, das Kochen der Hauptwürze unter Druck vorzunehmen, wie es schon seit etwa dem Jahre 1790 in englischen Brauereien üblich wäre.

Sein Vorschlag fand indes kein Echo in der Brauerwelt.

Während gegen Ende des 18. Jahrhunderts noch einzelne Vertreter der Brauwissenschaft die Notwendigkeit, die Würze zu kochen, ablehnten, hatte sich das Kochen namentlich in den Klosterbrauereien schon allermeist eingebürgert. Auch S c h a r l und P a u p i e traten mit allem Nachdruck dafür ein, von der Erfahrung und Erkenntnis ausgehend, daß das Kochen der Würze das beste Mittel wäre, blankes und haltbares Bier herzustellen.

Die Erfahrungen, welche in Bayern gemacht wurden, leiteten dann mehr und mehr dazu über, das Kochen als ein unbedingtes Erfordernis auch in den anderen Brauereien zu betrachten. Und je mehr das Braugewerbe sich gezwungen sah, der Veredlung des Bieres die größte Sorgfalt zuzuwenden, und neben den örtlich gewohnten obergärigen Biersorten auch das mit besseren Eigenschaften versehene untergärige, sog. bayrische Bier, herzustellen, wurde es Allgemeingut der Erkenntnis, daß eine der hauptsächlichsten Bedingungen hierfür, wie auch für die anderen Biere, das angemessene Würzekochen wäre.

Anfänglich sah man als Ziele und Zwecke an:

1. Erhöhung der Haltbarkeit (als Wirkung der Sterilisation und der Hopfung).
2. Aromatisierung durch Hopfen (a Duftbildung, b Bitterung).
3. Erzeugung blanker Biere (durch Fällung der koagulablen Eiweißstoffe).

Dazu traten, namentlich nachdem man die Hauptwürzen nicht mehr gesondert zur Herstellung starker Biere kochte, sondern sie mit den Nachgüssen zusammen der Kochung unterwarf:

4. Verdampfung von Wasser zur Einstellung auf bestimmte Konzentration.
5. Aromatisierung durch Bildung von Malzaromastoffen (teilweise Bevorzugung der Feuerkochung).

b) Zwecke und Ziele im einzelnen

1. Die Sterilisation

Das mit Mikroorganismen reich beladene Malz wird beim Maischen nicht derartig hohen Temperaturen ausgesetzt, daß eine vollständige

Vernichtung eintritt. Es bleiben sowohl Hefenorganismen verschiedenster Art, als vor allem Bakterien lebend, und davon besonders, neben den Würzeschädlingen der Termogruppe, die gefürchteten Bierschädlinge Sarzina und stäbchenförmige Milchsäurebakterien.

Sie zu vernichten, ist eine unbedingte Notwendigkeit, und darum eines der wichtigsten Ziele der Würzekochung.

In der Hopfung der Würze erkannte man schon frühzeitig ein bewährtes Mittel, die Haltbarkeit zu erhöhen. Von dieser Erkenntnis und Erfahrung getragen, steigerte man die Hopfengabe unter Umständen, soweit es sich nur mit der geschmacklichen Beeinflussung vertragen wollte. In dieser Hinsicht waren allerdings die Gaumen unserer Vorfahren nicht gerade empfindlich. Man trank nicht nur rauchig schmeckendes Bier, — eine natürliche Folge des Rauchmalzes — sondern auch ein reichlich bitteres Bier. Um die Sommerbiere, welche bekanntlich nur in den Wintermonaten gebraut werden durften, aber erst im Sommer zum Ausschank gelangten, genügend haltbar zu machen, konnten es die Brauereien, ohne Anstände befürchten zu müssen, wagen, auf 1 hl Bier bis zu 2 Pfund Hopfen zu verwenden.

Das sind Mengen, welche weit über die Gaben hinausgehen, welche für unsere stärkst gehopften Biere angewandt werden. Da diese schon ausreichen, um außerordentlich weitgehende Sicherung gegen Verderbnis zu geben, so kann man sich vorstellen, welche Haltbarkeitsgewähr durch die enorm großen damals angewandten Hopfengaben gegeben sein mußte.

Die Schutzstoffe sind die Bittersäuren und Weichharze.

2. Aromatisierung durch Hopfen

a) Duftbildung

Die ätherischen flüchtigen Öle des Hopfens enthalten Duftstoffe verschiedener Art und verschiedenen Flüchtigkeitsvermögens.

Die einzelnen Hopfensorten sind bis zu einem gewissen Grade durch die spezifischen Duftstoffe gekennzeichnet. In mehr oder weniger bestimmtem Ausmaße übertragen sich diese sowie andere spezifischen Eigenschaften auf das Bier, doch kommt die Spezifität nicht derart zum Ausdruck, daß eine Identität zwischen Sorteneigenschaft und Bieraroma erkennbar wird. Immerhin vermögen sie dem Bier einen bestimmten Geschmacks- und Aromaeinschlag zu geben, den eben andere Sorten unter Umständen nicht zu erzeugen vermögen.

Diese durch Jahrzehnte erhärtete Tatsache ist denn auch für die Brauereien bestimmend gewesen, beim Ankauf von Hopfen nach Gesichtspunkten zu verfahren, die sich aus der Art ihrer Biere ergeben.

Die Bedeutung der Duftstoffe für Eigenart und Charakter des Bieres ist, wie es kaum anders sein kann, im Laufe der Zeiten sehr unterschiedlich beurteilt worden.

So wollte z. B. H e r m b s t ä d t in dem ätherischen Öl den wichtigsten Bestandteil des Hopfens sehen, und nur dieses aus dem Hopfen ausziehen.

Dagegen betrachteten S c h a r l und P a u p i e das ätherische Öl als den gefährlichen narkotisch wirkenden Stoff, der durch ausgiebiges Kochen entfernt werden mußte.

Auch das Hopfenkochverfahren der Klosterbrauereien hatte mit zum Ziel, durch 1—2 stündiges Kochen die flüchtigen Bestandteile des Hopfens zu verjagen.

Diesem letzteren Beispiele folgend hielt man denn auch daran fest, das Lagerbier ausreichend mit Hopfen zu kochen, weil ein stark hervortretendes Hopfenaroma als fremdartige Eigenschaft allgemein auf Ablehnung stieß. — Das Hopfenaroma als spezifischer Hopfenduft des ursprünglichen ätherischen Öls, welches, durch Kochen mit den Wasserdämpfen nicht verflüchtigt, in seinem Ursprungszustand unangenehme Geschmacks- und Geruchseigenschaften besitzt.

Nun wird allerdings eine restlose Verflüchtigung durch das Kochen überhaupt nicht erreicht. Andererseits vollziehen sich auch während des Kochens Umwandlungen, und die neu gebildeten Stoffe verbleiben als nichtflüchtig in der Würze. Sie sind aber dennoch Träger von Aromastoffen, indes andersartiger Natur, als die des rohen ätherischen Öls.

Wurde im allgemeinen die Eigenart des untergärigen Bieres derart eingestellt, daß Anklänge in bezug auf Duft und Geschmack an das ätherische Öl nicht hervortraten, so entstand doch gegen Ende des vorigen Jahrhunderts, namentlich im Westen Deutschlands, eine Bewegung, welche dahin ging, das Bier in stärkerem Maße als bisher zu „parfümieren“. Das ätherische Öl wurde beim Hopfenkochen im Wrasen-Abzugsschlot aufgefangen und der Würze, oder auch dem Bier während der Gärung zugesetzt. Eine Zeitlang wurden diese Biere von der Kundschaft freudig aufgenommen, bald doch aber wieder abgelehnt. Die Bewegung erlosch so schnell wieder, als sie entstanden war.

Einzelfälle, in welchen Biere mit ausgesprochenem natürlichem Hopfenaroma zum Teil bevorzugte Aufnahme gefunden haben, können bis in die jüngste Zeit allerdings verfolgt werden. Hier handelt es sich um Zugabe von frischem oder gebrühtem Hopfen zum Bier auf das Lagerfaß.

Derartige Behandlung erfuhren bzw. erfahren auch noch die englischen Biere, Porter und Ale, welche außer Landes gehen.

Die durch das ätherische Öl bzw. durch die aus ihm durch Umwandlung entstandenen aromatischen Stoffe dem Biere verliehenen hopfenaromatischen Eigenschaften sind nun aber keineswegs immer und in jedem Falle überflüssige, fremdartige, unerwünschte Bestandteile. Im Gegenteil sind sie es besonders, welche einzelnen Bieren ihre, von der Kundschaft geschätzte Eigenart verleihen. Je nach ihrem mengen- und

stufenmäßigen Vorkommen in einem Bier bedingen sie die diesem eigene spezifische Beschaffenheit.

Die Art der Hopfendosierung in Verbindung mit Hopfensorte und Kochzeit geben die Mittel an die Hand, die jeweils gewünschten Geschmacks- und Dufteinschläge zu erzeugen. So kann man in unendlicher Variation Eigenschaftsbeeinflussungen hervorrufen. Je nach dem man den Hopfen in einer Gabe oder in zweien, dreien, viere, auch fünf Gaben setzt. Je nach der Zeit der Zugabe und Kochdauer der einzelnen Gaben. Je nach dem man die einzelnen Gaben mengenmäßig gleich oder verschieden bemißt. Damit hat man es in der Hand, alle nur denkbaren Abstufungen und Übergänge herzustellen, angefangen von Bieren, bei denen jedwedes Hervortreten von Hopfenaroma ausgeschaltet ist, bis zu solchen, welche sich durch scharf hervortretenden hopfenaromatischen Geschmack und Duft hervorheben sollen, wie sie in gewissen Gebieten, namentlich dort, wo weniger das Bier als der Wein Volksgetränk ist, begehrt werden. Das sind indes nur kleinere Gebietsteile, während im übrigen diese „parfümierten“ Biere nicht geschätzt sind. Im Unterschied zu der „Parfümierung“, welche man s. Zt. durch Zugabe von Hopfenölkondensat erzeugte, erreicht man sie jetzt in der Weise, daß man relativ große Hopfenmengen, in extremen Fällen bis zu einem Fünftel der Gesamtgabe, nur kurze Zeit kocht, oder auch nur vor dem Ausschlagen bzw. in den Hopfenseiher hineingibt. Auf diese Weise verleiht die „Parfümierung“ einen wesentlich anderen Eigenschaftseinschlag als die Zugabe von Hopfenölkondensaten.

β) Bitterung.

Die Bitterung wird durch die Bittersäuren und die Weichharze hervorgerufen.

In Stärke und Art wird sie durch eine Reihe von Faktoren festgelegt. In Frage kommen dabei:

- a) Menge, Alter und Sorte des Hopfens.
- b) Zubereitungsart (ganze Dolden oder zerkleinerte, konzentrierter Hopfenextrakt).
- c) Art der Hopfengabe (einmalig oder in Teilgaben).
- d) Zeit der Zugabe.
- e) Kochdauer der einzelnen Gaben.
- f) Chemische Zusammensetzung des Wassers.
- g) Säuregehalt (Wasserstoffionenkonzentration) der Würze.
- h) Stärke der Würze.

Zu β/a) Die mengenmäßigen Gaben bewegen sich in weiten Grenzen. Sie liegen zwischen etwa 170—450 g¹⁾ je hl Ausschlagwürze für Lager-

¹⁾ Manche Brauereien gehen indes noch unter 170 g herunter. Sogar bis auf 140 g senkt man in einzelnen Fällen die Gabe.

biere. Bei manchen obergärigen Bieren liegen sie darunter, und bei manchen, wie Porter und Ale, Grätzer darüber.

Die Höhe der Hopfengabe nach dem Bitterstoffgehalt des Hopfens, oder vielmehr nach dem Gehalt an α -Säure einzustellen, um immer möglichst gleichmäßige Bittere im Bier zu erzielen, hat nach bisherigen, allerdings nur wenigen erst vergleichenden Kostproben noch keinen Erfolg gehabt. Es ist auch fraglich, ob man damit zum Ziel kommt.

Auf Grund der Feststellung, daß die Weichharze, die bei der Aufbewahrung des Hopfens aus der Oxydation der α - und β -Säure entstehen, erheblich bitternde Eigenschaft besitzen, hält Kolbach es für zu-

treffender, statt der Wöllmerschen Formel $(\alpha + \frac{\beta}{9})$ die Formel $(\alpha + \frac{\beta}{4})$ für die Ermittlung des Bitterwertes anzuwenden. Unter Dosierung nach dieser Formel konnte Kolbach zwar einen fast gleichen Bitterstoffgehalt in den mit verschiedenen Hopfen gebrauten Versuchsbieren feststellen, nicht aber die gleiche Geschmacksbittere.

Überdies soll die Formel auch nur für frischen und gut konservierten Hopfen Geltung haben. Wie bei Verwendung bzw. Mitverwendung älterer Hopfen formelmäßig zu verfahren ist, ist und bleibt aber eine offene Frage.

Ältere Hopfen bittern weniger als jüngere. In höherem Maße wieder die unter ungünstigen Bedingungen gelagerten.

Unabhängig von dem Gehalt an Bittersäuren und Weichharzen bittern gewisse Sorten stärker als andere, wenn auch grundsätzlich die Intensität der Bittere bei gleicher Sudhausbehandlung mit der Höhe des Bittersäuregehaltes im großen und ganzen parallel geht.

Sorten, wie Saazer, Saazer Abkömmlinge, Spalter, auch gewisse feine Hallertauer geben bekanntlich, wie auch durch eine Reihe von Versuchssuden in der Hochschulbrauerei, Berlin, bestätigt wurde, eine anders empfundene Bittere, ein weiches, milderes Bitter, als gewisse Gebirgshopfen, ohne daß es auf Unterschiede im Bitterstoffgehalt zurückzuführen ist¹⁾. Bei Bieren aus letzteren ist die Gefahr vorhanden, daß die Bittere mehr einen harten, scharfen, unerwünscht lange hängenden Ton annimmt, was besonders mehr im Nachtrunk zum Ausdruck kommt als im Antrunk, wo unter Umständen diese Abweichungen nicht zu erkennen sind.

Zu β/b) Die Verwendung von zerkleinertem Hopfen führt zu schnellerer Extraktion der Bitterstoffe als von Doldenhopfen. Schon frühzeitig hat man das erkannt, und Versuche gemacht, mit zerkleinertem Hopfen zu brauen. Ob man nun aber zur Zerkleinerung Mühlen verwandte, oder Zerreibvorrichtungen, immer wieder ist man zu der alten Methode, nur

¹⁾ Eine Arbeit von P. Kolbach und C. Vogl (Wochenschrift f. Brauerei 1933, Nr. 50), welche auf analytischem Wege durch Bestimmung des Bitterstoffgehaltes im Werdegang von Würze zu Bier zu einer Beurteilung dieser Frage zu kommen sucht, bringt auch noch keinen Aufschluß.

ganze Dolden zu benutzen, zurückgekehrt. Teils lag es an der Ungeeignetheit der Maschinen, teils vergriff man sich in der Höhe und Kochdauer der Hopfengaben. Die Biere wurden zu bitter und zu streng. In letzter Zeit beginnt indes von Neuem eine Bewegung zugunsten der Verwendung von zerkleinertem (gemahlenem) Hopfen einzusetzen, welche unter Vermeidung der früher begangenen Fehler durch Herabsetzung der Gaben und Kochzeiten besseren Erfolg zu haben verspricht. Vielleicht daß sie auch dadurch größeren Vorteil zu bieten scheint, daß statt des trockenen naßgemahlener Hopfen (Jakob) verwendet wird, und bei der Naßmahlung die bei der Trockenmahlung nicht zu vermeidende Erwärmung, und dadurch veranlaßte teilweise nachteilige oxydatische Veränderung umgangen, wie auch die durch das Harz hervorgerufene Verklebung des Schlagwerkes vermieden wird, die maschinelle Handhabung sich auch leichter gestaltet.

Die Verwendung von gemahlenem Hopfen ist von verschiedenen Brauereien aufgenommen worden, teils allerdings wieder aufgegeben, teils aber auch beibehalten.

Auch mit dem Heßberg'schen Verfahren ist es ebenso gegangen, nach dem die Treber des verwendeten gemahlener Hopfens zwecks noch möglichst restloser Ausnutzung der nicht extrahierten Hopfenbestandteile beim folgenden Sud mitvermaischt werden. Das Verfahren hat man verschiedentlich in der Weise umgestaltet, daß die Treber gepreßt, und nur die Würzeabläufe gewonnen werden.

Zu $\beta/c-e$) Von entscheidender Bedeutung für die Bitterung in Intensität und Dauer der geschmacklichen Empfindung ist Art und Zeit der Zugabe, sowie die Kochdauer.

Bei einmaliger Zugabe wird, gleichzeitige Kochdauer vorausgesetzt, intensivere Bitterung erzeugt, als bei Teilgaben, für welche die Zeit der Extraktion stufenmäßig verringert, und die Extraktion entsprechend unterbunden wird.

Die von früher übernommene Methode, den Hopfen in einmaliger Gabe zuzusetzen, ist noch verschieden gebräuchlich geblieben. Teils wird der Hopfen schon in die laufende Würze gegeben, teils — was häufiger ist — nachdem die Pfanne voll ist, und die Würze zu kochen anfängt. Teils auch findet der Zusatz erst statt, nachdem die Würze mit den Nachgüssen zusammen schon kurze Zeit (10—30 Minuten) gekocht worden ist.

Entsprechend der Variation der Zugaben in bezug auf Höhe und Kochzeit, lassen sich sowohl höchst zart hopfenaromatische, als auch ausgesprochene rein und kräftig hopfenbittere Biere herstellen, wenn man mit der Kochzeit herunter oder herauf geht, und die Hopfengaben zweckentsprechend bemißt. Die Kochzeit dabei über $1\frac{1}{2}$ — $1\frac{3}{4}$ Stunden auszu dehnen, führt zu Bieren, welche nicht nur stark hervortretenden, sondern auch einen lange nachklingenden Bittergeschmack besitzen.

Wie sich beim Maischen zeitig schon das Dreistufensystem als Dreimaischverfahren herausbildete, so wurde es auch bald Geflogenheit,

statt der einmaligen Hopfengabe die Dreiteilung anzuwenden, und sie so zu stufen, daß ein Drittel in die Vorderwürze gegeben wird, ein Drittel sobald die Pfanne voll ist, und das Kochen beginnt, und das letzte Drittel $\frac{3}{4}$ oder $\frac{1}{2}$ Stunde vor dem Ausschlagen. Da die Kochzeit im allgemeinen 2 Stunden betrug, so kochten die beiden ersten Gaben auch 2 Stunden. Bei der ersten ist die Extraktionsdauer aber noch länger.

Jahrzehntelang blieb man dabei. Es wurde zum alten Brauch, der sich von Generation zu Generation vererbte, und von Betrieb zu Betrieb übertrug.

Das Drei-Maischverfahren verlor dann aber seine Allgemeynherrschaft. Neue Ideen griffen Platz. Das Überlieferte als das Besterprobte anzusehen, wurde weniger gläubig hingenommen.

Wissenschaftlicher Anregung folgten praktische Versuche. Mehr und mehr trat an Stelle von, durch längjährigen Gebrauch eingefahrenen festen Methoden individuelle Gestaltung, die sich nach und nach zu einer so ungewöhnlich großen Vielfältigkeit ausweitete, daß fast behauptet werden kann, daß es kaum ein paar Betriebe gibt, deren Arbeitsweise die gleiche ist.

So gestaltete sich auch die Entwicklung beim Hopfenkochen, welche mengenmäßig und zeitlich nach den verschiedensten Richtungen variiert wurde, um zu bestimmten Bitterungseigenschaften zu kommen.

Frühzeitige und verhältnismäßig große Teilgaben in die Vorderwürze, oder auch während des Laufs der Nachgüsse führt zu ausgeprägter Bitterung; die Ausschaltung von Frühgaben, zugleich mit dem Hinausschieben der Teilgaben auf die Zeit vom Kochbeginn an, ebenso aber auch, ja vielleicht in noch höherem Grade der Zusatz, nachdem die Pfanne voll und einige Zeit schon ohne Hopfen gekocht ist, zu milder bitteren Bieren. Abstufungen allerverschiedenster Art sind auf diese Weise möglich, und damit auch Biere von verschiedenster, und mehr oder weniger ausgesprochener Eigenart herzustellen, welche wegen dieser Eigenschaften, in prägnanter Form als *Markenbiere* bevorzugt und gefordert werden.

Die alten Methoden, den Hopfen mit Würze zu kochen, wurden aber nicht immer als das beste und geeignetste angesehen. Man meinte bessere an die Stelle setzen zu können. Und so kam Verfahren auf Verfahren auf. Den größten Erfolg schienen noch die Verfahren zu versprechen, nach denen der Hopfen auf dem Wege von der Läuterbatterie zur Würzepfanne in einem besonderen Gefäß mit der Vorderwürze oder den Nachgüssen extrahiert, und die von der Hopfenmaische getrennte, mit den Hopfenextrakten geschwängerte Würze in der Würzepfanne gekocht wird.

Eine Reihe verschiedener Apparate und verschiedener Ausführungsmethoden, welche die Extraktion in dieser Weise durchführten, fanden auch in die Brauereien Eingang, und kürzer oder längere Zeit Verwendung. Man fand, daß man das neue Bier in gleicher Beschaffenheit, wie nach

dem alten Verfahren herstellen konnte, und hatte dabei noch den Vorteil, die Hopfengabe herabzusetzen, da sich eine vollständigere Extraktion der Bitterstoffe erreichen ließ, die Bitterstoffe auch vollständiger beim Kochen in Lösung gingen.

Auch die Gewinnung der Hopfenwertbestandteile durch Extraktion mit Wasser unter hohem Druck wurde viele Jahre lang, u. a. in einem Großbetrieb ohne Nachteile für die Bierqualität durchgeführt.

Wie sich aber bald herausstellte, waren fast alle Erfolge nur Scheinerfolge. Allmählich sagte man sich wieder von all diesen Verfahren los, sicher auch deshalb mit, weil es Schwierigkeiten macht, die Bitterungsart nach Erfordern zu variieren, und besondere Bitterungsabstufungen und -einschläge, wie sie mit Rücksicht auf Anforderungen der Kundschaft, wie auch zur Erzeugung neuer Qualitäts-, bzw. Markenbiere notwendig werden, herzustellen.

Eine gewisse Beachtung wendete man auch seitens der Praxis noch der Verwendung von konzentriertem, mit chemischen Lösungsmitteln gewonnenen Hopfenextrakt (von Horst) zu, der, wie auf Grund eingehender Vergleichsversuche in der Hochschulbrauerei, Berlin, festgestellt werden konnte, geeignet ist, fein bittere Biere zu erzeugen, die allerdings einen gewissen Unterschied in Grad und Art der Bittere gegenüber den auf übliche Weise hergestellten Bieren erkennen lassen.

Die seit Jahren von einigen Betrieben durchgeführte Verwendung, welche in Deutschland erst nach steueramtlicher Genehmigung statthaft ist, dürfte auch zu der Auffassung berechtigen, daß es möglich ist, sich auf die Extraktverwendung unter Anpassung an die jeweiligen Betriebsverhältnisse einzustellen; allerdings mit der für notwendig befundenen Einschränkung, daß nicht ausschließlich nur Extrakt benutzt wird, sondern dieser nur als Teilgabe neben dem Naturhopfen.

Wenn anfänglich das Interesse für den Hopfenextrakt dadurch wachgerufen wurde, daß ihm eine erhebliche Hopfeneinsparung zuzusprechen sei, so konnte diese Behauptung allerdings bald durch eingehende Vergleichsversuche im praktischen Betrieb widerlegt werden. Wenn dennoch einige Betriebe auch jetzt noch die Verwendung von Extrakt nicht fallen gelassen haben, so liegt die Annahme nahe, daß sie wohl von folgenden Erwägungen ausgehen:

Der Hopfenextrakt ist lange haltbar. Jahrelang läßt er sich aufbewahren. In der konzentrierten Form macht er große und kalte Lager Räume entbehrlich. Es ist deshalb wirtschaftlich vorteilversprechend, in Jahren niedriger Hopfenpreise sich über Bedarf einzudecken, und einen Teil auf Extrakt zu verarbeiten. Außerdem ist aber auch noch die Möglichkeit gegeben, Hopfen, der zu überaltern droht, aus dem Lager herauszuziehen, und durch Überführung in konzentrierten Extrakt vor weiterer Zersetzung zu schützen.

Betrachtet man zusammenfassend alle diese Bestrebungen zur besse-

ren Ausnutzung des Hopfens, so kann man nicht umhin, das immer wieder einsetzende Bemühen anzuerkennen, mit welchem man das Problem von Neuem zu lösen versuchte, das fast immer aus der Erkenntnis heraus angefaßt wurde, daß die alte Art der Hopfenkochung meist weit von einer auch nur annähernd vollständigen Ausnutzung der Wertbestandteile entfernt sei.

Alle Bemühungen waren aber vergeblich, und mußten auch ergebnislos verlaufen. Man war auf falschem Wege. Man stellte als Ziel in den Vordergrund, was nur beiläufig nach Möglichkeit voll erfaßt werden sollte. Die Kardinalfrage war, und wird es immer bleiben, die Bierqualität voranzustellen, und in sie die bestmögliche Nutzung des Hopfens hineinzuarbeiten. Es ist selbstverständlich, daß dabei in manchen, vielleicht sogar vielen Fällen eine reichlich schlechte Ausnutzung mit in den Kauf genommen werden muß.

Zu β/f) Neben vorstehend erörterten Grundlagen ist nun aber noch das Brauwasser einer der allerwichtigsten Faktoren, welche für die Stärke und Art der Bitterung von ausschlaggebender Bedeutung sind.

Weiche Wässer geben das reinste Bitter; Karbonatwässer das härteste, welches am längsten, wie auch in härtester Form nachwirkt.

Um diesen ungünstigen Einwirkungen von Karbonatwässern, nicht nur ausgesprochenster Form, sondern auch weniger ausgesprochener Form, und selbst von Wässern, welche bei hohem Sulfatgehalt hohen, bzw. verhältnismäßig hohen Karbonatgehalt besitzen, möglichst erfolgreich zu begegnen, wird es notwendig, das Hineingeben von Teilgaben in die Vorderwürze, und selbst in die Nachgüsse zu unterlassen, bzw. auf allerkleinsten Mengen zu beschränken; dafür die Hopfengaben mehr nach hinten zu verlegen. Vorteilhaft ist es auch, die Nachgüsse erst vollständig in die Pfanne laufen zu lassen, und zwecks teilweiser Fällung von Eiweiß kurze Zeit ohne Hopfen zu kochen. Damit wird die Hopfenkochzeit tunlichst verkürzt, um so mehr, wenn man den Hopfen in Teilgaben zusetzt, was meines Erachtens nach empfehlenswerter ist, als einmalige Gabe.

Diese Methode halte ich auch bei weichen Wässern für zweckmäßig.

Die aus karbonatreicheren Wässern hergestellten Würzen bittern leichter, da die Bittersäuren und Weichharze von den Karbonaten unter Bildung von Salzen, welche stark bittere Eigenschaften besitzen, gelöst werden.

Diese Würzen vertragen deshalb nicht nur keine lange Kochdauer, sondern auch keine starke Hopfengabe, andernfalls unfein bittere Biere entstehen.

Zu β/g) Anders ist es bei Würzen aus weichen Wässern, und bei künstlich gesäuerten Würzen. Sie vertragen längere Kochzeit, wie auch starke Hopfengaben. Infolge der Behinderung durch den höheren Säuregehalt (niedriges ph) der Würze lösen sich die Bittersäuren schwerer.

Die Biere erhalten, auch infolge des Fehlens von Bittersäure-Erdalkaliverbindungen rein bitteren Geschmack.

Zu β/h) Schließlich ist es für die Bitterung von Bedeutung, ob starke oder schwache Würzen gekocht werden. Starke Würzen nehmen die Bittere nicht so leicht an, als schwache. Sie werden aber auch letzten Endes nicht so bitter wie diese, gleiche Hopfengaben vorausgesetzt. Es gilt deshalb als Regel, schwache Würzen nicht so stark zu hopfen, bzw. umgekehrt, starke Würzen stärker zu hopfen, wenn es gilt, einen bestimmten Grad von Bittere zu erzeugen.

Die unterschiedliche Wirkung auf Würze unterschiedlicher Stärke dürfte einmal darin zu suchen sein, daß durch den größeren Gehalt an koagulablem Stickstoff größere Bittersäuremengen beim Kochen gefällt werden; zumal die Bittersäuren und Weichharze in den starken kolloidreichen Würzen sich nicht so weitgehend dispergieren, bzw. keine so reinen Lösungen bilden. Andererseits bilden die Kolloide einen Schutz gegen die Ausscheidungen bei der Kühlung, Gärung und Lagerung. Sodann könnte aber auch noch ein gewisser Geschmacksschutz in Frage kommen, hervorgerufen durch Kolloide eiweißartiger und kohlehydratartiger Natur, sowie durch röstaromatische Malzstoffe, welche bei den stärkeren Bieren in größerer Menge vorhanden sind, und die Bittere auf Zunge und Gaumen beim Trunk stärker mildern.

3/I. Die Eiweißausscheidung

a) Es ist eine alte Erfahrung. Blanke Biere aus ungekochten Würzen herzustellen, ist schwierig, meist auch gar nicht durchführbar, es sei denn, daß zu künstlichen Klärmitteln gegriffen wird.

Die Würze muß gekocht werden, und das instabile fällfähige Eiweiß zur Ausscheidung kommen. In starkem Kochvorgang muß die Gerinnung erfolgen, die schließlich als Bruch in Form großer Flocken in Erscheinung tritt, welche in der klaren Würze schwimmen.

Der alte Braumeister stellte sich selbst gegen Ende des Kochens an die Pfanne, um eigenhändig durch entsprechende Drosselung der Kochung und Einstellung auf vorsichtig wallende Bewegung die, bei der starken Kochung nur in kleineren Gerinnseln auftretenden Ausscheidungen, zu möglichst großflockiger Verballung zu bringen, und so guten Bruch zu erhalten.

Der Bruch ist nicht nur die großflockige Verballung von fällfähigem Eiweiß, sondern umfaßt auch die in die Verballung eingezogene Ausscheidung von Gerbstoff- und Bittersäureeiweiß, in der äußerlich in Erscheinung tretenden Form, daß diese flockigen Massen in einer kristallklaren Würze schwimmen.

Kommt es nicht zu einem solchen Zusammenschluß, und zeigt die Würze dabei ein schleierndes Aussehen, so sind das Anzeichen von

Vorgängen, die auf verschiedene Ursachen zurückgeführt werden können.

b) Die Menge des überhaupt koagulierbaren Eiweiß ist abhängig von

- dem Eiweißgehalt der Gerste,
- dem Lösungsgrad des Malzes,
- dem Maischverfahren bezüglich der Regelung des Eiweißabbaus, und der Zahl, Art und Kochzeit der Kochmaischen.

Die Entstehung von viel Koagulat ist zu erwarten

bei Verarbeitung von eiweißreichen Malzen unter geeigneten Maischverfahren;

bei Verarbeitung von gut gelösten Malzen, selbst schon ohne starke Betonung des Eiweißabbaus.

Die Voraussetzungen für die Entstehung von wenig Koagulat sind gegeben bei knapper Lösung und bei Nichtbetonung des Eiweißabbaues.

Inwieweit die gebildeten koagulierbaren Mengen im „Bruch“ in Erscheinung treten, und zur Ausscheidung kommen, hängt nicht allein von den Beeinflussungen ab, welche durch die Zustandsbeschaffenheit der Würze gegeben sind, sondern auch schon von den jeweilig angewandten Maischverfahren.

So lassen sich schon bei entsprechendem Ineinandergreifen der verschiedenen Umstände beim Maischen Vorderwürzen von unterschiedlichem Gehalt an koagulablem Eiweiß gewinnen; mit höchstem Gehalt z. B. durch ein Ein-Maischverfahren mit langsamem Aufwärtsmaischen bei verstärktem Eiweißabbau und kurzer Kochzeit der einen, erst bei hohen Temperaturen gezogenen, und darum mengenmäßig kleinen Kochmaische; mit niedrigem Gehalt bei einem kurzen Zwei-Maischverfahren ohne verstärkten Eiweißabbau; mit einem mittleren Gehalt bei Drei-Maischverfahren trotz langer Maischzeit, wenn die Kochzeit der Maische lang bemessen, und dadurch ein hoher Anteil an peptischen Enzymen vernichtet, und viel Eiweiß durch die Kochmaische koaguliert wird.

Bekannt ist, daß Drei-Maischbiere bei ordnungsmäßigem Verlauf der Vorgänge vom Ausschlagen an bis zum Verkauf am haltbarsten sind — haltbar in der Widerstandsfähigkeit gegen Bakterien, wie gegen Kälte und Zinn. Den Hauptgrund oder doch einen wesentlichen Grund dafür darf man sicher wohl in der hochgradigen Ausfällung von Eiweiß annehmen.

Bei Bieren aus Vergleichsuden in der Hochschulbrauerei, Berlin, stellten wir z. B. fest, daß die Drei-Maischbiere, bei deren Herstellung die Kochzeit der einzelnen Maischen 30, 30, 20 Minuten betrug, den Zwei-Maischbieren, wie sie auch gebraut wurden, in der Festigkeit gegen Kälte und Zinn in ganz erheblichem Maße überlegen waren.

Für diese Überlegenheit kommt aber jedenfalls noch ein anderer Faktor in Betracht, den man in dem Gerbstoff der Spelze annehmen darf. Ich könnte mir vorstellen, daß der Gerbstoff, mag es sich dabei um eine oder mehrere Arten ¹⁾ handeln, durch das lange Kochen von drei Maischen als Gerbstoffeiweiß zum größten Teil ausgeschieden wird. Von dem Spelzengerbstoff gelangt deshalb nur wenig in die Würze, wo seine Ausscheidung beim Kochen sich leicht vollzieht. Bei anderen Maischverfahren wird weniger gefällt, dafür aber mehr der Würze zugeführt. Die Fällung wird beim Würzekochen erschwert, da der Gerbstoff des Hopfens größere Affinität zum Eiweiß hat. Es verbleibt Spelzengerbstoff in größerer Menge in Lösung, der auch auf dem weiteren Wege bis zum Abzug des Bieres nicht ausgeschieden wird, und erst bei Störung des Gleichgewichtszustandes, wie Kälte- und Zinneinwirkung, unter Erzeugung von Trübung ausfällt.

Daß dem Gerbstoff der Spelze eine wesentliche Rolle zuzuschreiben ist, scheint mir auch aus der ebenfalls in der Hochschulbrauerei, Berlin, an Vergleichssuden gemachten Feststellung hervorzugehen, daß das Bier, welches aus Nacktgerstenmalz, ohne irgend einen Zusatz von anderem Malz, gebraut worden war, in noch viel höherem Maße als das Drei-Maischbier kälte- und zinnfest war. Es erwies sich als das haltbarste, das je von mir beobachtet wurde.

c) Was nun die Ausfällung anbetrifft, wie sie praktisch beim Würzekochen vor sich geht, so ist sie in Art und Menge von einer Reihe von Faktoren abhängig, welche durch die verschiedene Zusammensetzung der Würze gegeben sind.

Von diesen, die Fällung auslösenden Faktoren, welche als negativ elektrisch geladene Stoffe die in Lösung befindlichen positiv elektrisch geladenen Eiweißstoffe, sei es als reines Eiweiß oder als Komplexverbindungen zur Koagulation bringen, ist es namentlich der Aziditätsgrad, der auf die Ausfällung wirkt. In der Zone des isoelektrischen Punktes, welcher bei einem ph von 5,0—5,2 (Emslander, Lüers) liegt, ist sie am vollkommensten.

Diese Zone ist indes auf natürliche Weise bei der Würzegewinnung nicht zu erreichen. Erst künstliche Säuerung bietet die Handhabung dazu. Infolgedessen unterliegt die Ausscheidung Einschränkungen, die um so größer sind, je weiter das ph nach der neutralen Seite verschoben ist, wie es u. a. bei der Verwendung von Karbonatwässern, bzw. karbonatreichen Wässern vorkommt.

Der Verschiebung nach der neutralen Seite wirkt der Gips (Kalziumsulfat) entgegen. Darum hat auch das Gipsen, sofern dadurch das Kalziumsulfat in ein sehr günstiges Verhältnis zum Kalziumkarbonat (etwa

¹⁾ H. Lüers und W. Hüttinger (Wochenschrift f. Brauereien 1933, Nr. 13), weisen 3 verschiedene Arten bzw. Typen in den Spelzen nach.

2,5: 1 oder 3: 1), gebracht wird, durch die Aziditätserhöhung einen günstigen Einfluß auf Eiweißfällung und Bruchbildung.

Auch Wasser mit hohem Gehalt an Chloriden wirken in diesem Sinne.

Eiweißfällend wirken auch Zucker¹⁾, durch die Erhöhung des Aziditätsgrades, was von großer Bedeutung für Exportbiere ist, zu deren Herstellung zum Teil erhebliche Mengen von Zucker benutzt werden, die auch insofern eine Sicherung der Haltbarkeit herbeiführen, als durch das Zumaischen der Eiweißgehalt der Würze sehr stark vermindert wird, und derselbe durch die Gärung, infolge der Herausnahme größerer Mengen von Eiweiß, einesteils auf dem Wege der Ausfällung, andererseits als Hefennahrung weitere starke Minderung erfährt.

d) Die Fällung ist eine Zeitwirkung. Bis zu einer Kochzeit von etwa 4 Stunden können immer noch Ausscheidungen eintreten, ehe Totalität zu erzielen ist. Die Kochzeit indes derart zu verlängern, kommt praktisch nicht in Frage, da entsprechend größere Vorteile für das Bier nicht daraus entstehen, die lange Kochung auch nur unnötige Feurungskosten verursacht.

Bei der durchschnittlich üblichen Kochzeit verbleibt ein Rest an koagulablem Eiweiß in der Würze zurück, welcher bis etwa 30%²⁾ der überhaupt fällfähigen Eiweißmenge betragen kann.

e/a) Die Fällung ist abhängig von dem Intensitätsgrad der Kochung. Günstigste Bedingungen schuf man frühzeitig schon in den länglich-viereckigen flachen Feuerpfannen mit dem schwach nach oben gewölbten Boden³⁾. Schwere Fehler beging man dagegen später beim Einbau von Dampfschlangen, welche verhinderten, daß die unter den Schlangen befindliche Würze nur in unvollkommener Weise mit in den Kochstrom eingezogen wurde, so daß es vielfach nicht zu vollständiger Koagulation und befriedigender Bruchbildung kam.

In den technisch gut konstruierten doppelwandigen Dampfpfannen, mit nach unten gewölbtem Boden, beobachtete man diese Mängel nicht. Aber nicht immer waren die Pfannen richtig konstruiert. Die Erfahrungen bei den richtig konstruierten Pfannen berechtigten nicht zu der Auffassung,

¹⁾ F. Emslander, Wochenschrift f. Brauerei 1933 Nr. 12.

²⁾ Bei Untersuchungen von 80 Suden in den Jahren 1930—32 in der Hochschulbrauerei, Berlin, fand Ambrosius in den Ausschlagwürzen noch einen Gehalt an koagulierbarem Eiweiß von 2,2—2,9 mg in 100 ccm, gemessen an dem koagulierbaren Eiweiß der gleich starken Vorderwürze (12%).

P. Kolbach (Tageszeitung f. Brauerei 1934 Nr. 239) fand bei Ausschlagwürzen verschiedener Brauereien einen Gehalt an koagulierbarem Eiweiß schwankend zwischen 0,98 und 3,15 mg 12 proz. Würze, was einem Durchschnitt von 20% des gesamten überhaupt fällfähigen Eiweiß entspricht.

³⁾ H. Stadler, Wochenschrift f. Brauerei 1933 Nr. 40 fand z. B., daß die feuergekochten Würzen einen um $\frac{1}{4}$ niedrigeren Gehalt an koagulierbarem Stickstoff enthielten als die dampfgekochten.

daß die Dampfkochung bei technisch einwandfreier Bauart der Pfannen und kräftiger Durchkochung der Erzeugung haltbarer, seitens der Kundschaft best beurteilter Biere, nachträglich wäre. Vielfach gingen die Auffassungen sogar dahin, daß die Biere aus dampfgekochten Würzen den aus feuergekochten überlegen wären. Die „Dampfbrauerei“ wurde der Inbegriff einer besseren Qualität. Manches Jahrzehnt war allerdings darüber hingegangen, bis sich die Überzeugung von der hohen Eignung der Dampfkochung gegen die Widerstände der Praktiker durchgesetzt hatte.

Doch bei weitem nicht alle Praktiker waren es, welche sich dazu bekannten, der Dampfkochung eine Gleichheit mit der Feuerkochung, geschweige denn eine Überlegenheit, zuzugestehen. Reichlich viel Mißerfolge durch schlechte Anlagen gaben ihnen eine gewisse Berechtigung dazu. Doch abgesehen davon gab es gleich von Anfang an einige unter ihnen, welche der Feuerkochung unter allen Umständen den Vorzug einräumten.

Namentlich hielt man die Feuerheizung zum Kochen der Maischen für dunkle Biere für absolut erforderlich, weil man beobachtet haben wollte, daß sie die Bildung von malzaromatisch röstig-süßen Geschmacksstoffen, wie sie bei dunklen Bieren begehrt sind, in viel höherem Maße fördere.

Für die stärkere Einwirkung auf die Kochmaischen brachte u. a. Reichard entsprechende Feststellungen durch Laboratoriumsversuche. Danach muß man bei der Feuerheizung eine stärkere Lockerung bzw. Sprengung und Zerreißung des Zellgefüges der Maischeteilchen annehmen, die an den Wandungen anliegen; außerdem aber auch noch eine beschleunigte Abstoßung derselben von den Wandungen. Die stärkere Zerreißung ermöglicht wirksameren Angriff der Enzyme, und die beschleunigte Abstoßung führt mehr Maischeteile in die Region der Auflockerung, so daß wie eben die Erfahrungen gelehrt haben, der Abbau von Stärke und Eiweiß usw. beschleunigt wird.

Bei den Dampfpfannen reicht die wesentlich niedrigere Temperatur des Wärmedurchgangs zu einer so wirksamen Zerreißung bzw. Sprengung des Zellzusammenhangs nicht aus, auch nicht zur schnellen Fortschiebung der von der Wärme getroffenen Teile. So sind auch nicht soviel Angriffstellen für die Enzyme vorhanden. Der Abbau vollzieht sich langsamer.

Die Auffassung über die Unentbehrlichkeit der Feuerheizung für das Maischekochen hat sich aber bald geändert. Sowohl für helle wie dunkle Biere ist man ganz allgemein für das Maischekochen zur Dampfkochung übergegangen.

Anders beim Würzekochen.

Der anfänglich kleine Kreis wurde allmählich größer, welcher der Feuerkochung den Vorzug gab, und so kam es, daß einzelne Betriebe, welche vorher zur Dampfkochung übergegangen waren, wieder zur Feuerkochung zurückkehrten, und andere Betriebe nun auch Neuanlagen auf Feuerkochung einstellten.

Es war nicht zu verkennen, daß sich in gewissen Fällen Nachteile bei der Dampfkochung ergeben hatten; so besonders durch die den Pfannen gegebene zu große Tiefe und durch mangelhaften Wrasenabzug, welche eine schlechte Verkochung, und namentlich Durchkochung zur Folge hatten. Erst durch Einbau von Zusatzkochapparaten, auch Schaffung besseren Wrasenabzugs gelang es, diese Fehler zu beseitigen.

Die günstigen Erfahrungen mit den Zusatzkochern waren es nun hauptsächlich, welche Anlaß dazu gaben, dem Pfannenbau und der Kochungsart in erhöhtem Maße Aufmerksamkeit zuzuwenden, um so die Kochung möglichst der Feuerkochung anzugleichen, bei welcher die Würze nicht von außen nach innen, sondern von innen nach außen kocht ¹⁾.

Dadurch, sowohl durch den Einbau von zweckentsprechenden Zusatzkochern, wie auch durch die neuen Hochleistungs-pfannen, erreicht man es nun bei intensivster, mit stärkster Umwälzung verbundener Kochung von der Mitte her nach außen, sowohl frühzeitige, wie kräftigste, und nach Möglichkeit weitgehendste Ausfällung von Eiweiß bei ausgezeichneter Bruchbildung zu erzielen. Sorge zu tragen ist indes dafür, daß die intensive Kochung nicht zu lange ausgedehnt und gegen Ende der Kochzeit die Würze auf nur schwachwellende Bewegung eingestellt wird, da bei der starken Kochungsart, ganz besonders bei der Benutzung von streuenden Zusatzkochern, die Koagulate nur in kleinsten Flöckchen gerinnen, und diese erst wieder bei der vorsichtigen Kochung die Möglichkeit finden müssen, sich zu großen Verballungen zusammen zu schließen.

e/β) Druckkochung begünstigt die Eiweißausfällung (Habich, Pankrath, Lintner, Schjerning, Sörensen).

Frühzeitig schon wurde sie in englischen Brauereien angewandt.

Eine von Gassauer erfundene Einrichtung sucht sie dann auch in Deutschland einzuführen. Sie blieb aber eine Versuchsanlage, die wegen ihrer technischen Unzulänglichkeit zur Einführung in den praktischen Betrieb nicht brauchbar war.

Die Gassauersche Anlage diente Habich (1863) nun sowohl für seine Studien über Brennstoffeinsparungen beim Hopfenkochen, als bot sie ihm auch Gelegenheit zu wertvollen Beobachtungen über Eiweißkoagulation, die in jüngster Zeit aber erst mit Erfolg praktisch ausgenutzt werden.

Habich kochte bei einer Temperatur von 105° C, und fand dabei, daß die Würze in viel kürzerer Zeit „gar“ kochte, als in offenen Pfannen, daß sowohl mehr Eiweiß ausgeschieden, das Eiweiß auch in größeren Flocken zusammengeballt wird, und die Würze ein kristallklares feurigeres Aussehen aufweist, wie es bei offener Kochung nicht zu erreichen ist.

¹⁾ Weitere Ausführungen finden sich im gleichen Kapitel A. 5 (Aromatisierung) S. 205 und G (Die Kochmittel) S. 220.

Zudem stellte Habich fest, was auch später durch die Arbeiten anderer Autoren bestätigt wird, daß die schon einmal mit Hopfen gekochte Würze bei erneuter Kochung wiederum Trübung und Auflockerung von Eiweiß aufwies.

Auch Kolbach¹⁾ fand bei Untersuchungen von Würzen aus verschiedenen Betrieben, daß bei einer Kochung, die je eine halbe Stunde, teils offen, teils bei einer Temperatur von 110° C stattfindet, nicht mehr Eiweiß zur Fällung gelangt, als bei offener Kochung von etwa 2 Stunden. Es ergibt sich daraus, daß die Druckkochung, die wohl die Koagulation in kürzerer Zeit herbeiführt, unter eine bestimmte Zeitgrenze nicht herabgedrückt werden darf, wenn sie eine weitgehende, möglichst vollständige Koagulation bewirken soll. Bis zu welchem Grade der Vollständigkeit das Eiweiß ausgeschieden werden soll, ist nicht genau festgestellt. Doch die praktischen Beobachtungen haben gelehrt, daß eine unvollkommene Ausscheidung in verschiedener Beziehung Nachteile, teils sogar schwerwiegender Art, zur Folge haben kann, da es unter der Änderung der Lösungsflüssigkeit (Übergang in Bier) und der Temperatur aus seinem labilen Zustand herausgerissen wird und zur Ausfällung kommt. Welche Mindestzeit innezuhalten ist, um unter Anwendung eines bestimmten Druckes diese Totalität zu erreichen, bedarf erst noch eingehender Untersuchungen.

Daß die Druckkochung auch auf die Ausfällung des Gerbstoffes eine sehr günstige Wirkung ausübt, darf aus dem Grad der Verflokkung und dem Feuer der Würze zwanglos geschlossen werden.

f) In erheblichem Maße wird die Fällung durch den Hopfen beeinflusst, da die Bitterstoffe die Fähigkeit haben, Eiweiß zur Ausscheidung zu bringen, wobei sie selbst als Komplexverbindungen mit dem Eiweiß ausfallen.

Die Fällwirkung auf die Bitterstoffe ist am größten, wenn sie sich noch im ersten Stadium der Lösung befinden, noch nicht dispers verteilt sind, sondern noch hoch kolloidalen Zustand aufweisen, so daß in diesem Zustand das Mitreißen durch das in der Koagulation befindliche Eiweiß stattfindet.

Die Eiweißfällung steht somit einmal in gewisser Beziehung zur Hopfengabe, und zur Art der Dosierung.

Findet frühzeitige Hopfengabe statt, und die Bittersäuren befinden sich hauptsächlich noch in dem ersten Verteilungszustand, beginnt nun aber schon die Koagulation von Eiweiß, so werden nicht nur große Mengen von Bittersäuren mit dem Koagulat mitgerissen und ausgefällt, sondern auch viel Eiweiß.

Die Frühhopfengabe führt so zu stärkerer Fällung von Eiweiß als späte Gabe.

Die Fällung ist um so größer, je mehr Hopfen gegeben wird.

¹⁾ Kolbach, Tageszeitung f. Brauerei 1934 Nr. 239.

g) An der Bruchbildung ist auch der Gerbstoff beteiligt.

Aber auch an der Schleierbildung, die dann aufzutreten pflegt, wenn die in der Würze vorhandene Azidität nicht günstig genug ist.

Wenn nach Emslander dem Saazer Hopfen ein Vorzug insofern zuzuschreiben ist, als er in höherem Maße als andere Sorten die Fähigkeit besitzen soll, guten Bruch zu bilden, so sei es dadurch zu erklären, daß er einen höheren Gehalt an stark puffernden Stoffen besitzt, dadurch eine weitere Fällungszone hat, und deshalb in stärkerem Maße geeignet ist, den Gerbstoff zu fällen, wozu andere Hopfen ev. erst in die Lage kommen, wenn die Würze künstlich auf ein günstigeres pH eingestellt ist.

Die Gerbstoffeweißverbindungen, gleich wie das koagulable Eiweiß, möglichst weitgehend zur Ausflockung zu bringen, ist eine zwingende Notwendigkeit. Obgleich erhebliche Teile der nicht zur Verflockung gekommenen Gerbstoffverbindungen sich bei der Kühlung, Gärung und Lagerung ausscheiden, bleibt immer noch genug zurück, um im abgezogenen klaren Biere, sei es durch die rüttelnde Bewegung auf dem Transport, sei es durch Einwirkungen der Kälte, oder beim Ausschank durch Einwirkung des Zinns der Bierleitung, in solcher Menge zur Ausscheidung zu kommen, daß die bekannten und gefürchteten Trübungen entstehen, die in gleichem oder noch schlimmerem Maße in pasteurisierten Bieren auftreten können.

Aber nicht nur das. Auch geschmacklich wirken sich größere Gerbstoffmengen in unerwünschter Weise aus, indem sie den unerwünschten herb-hängenden Geschmack erzeugen. Diesem Umstand könnte vielleicht auch die Beobachtung mit zugeschrieben werden, daß gewisse Hopfen, z. B. Gebirgshopfen, eine härtere, rauhere, herbere Bittere geben, als Folgeerscheinung nicht allein ihres Bitterstoffs, sondern der Zusammenwirkung von diesen und dem Gerbstoff.

3/II. Der Heißtrub in Menge und chemischer Zusammensetzung

a) Die entfallenden Heißtrubmengen.

Die im Bruch als grobe Flocken zusammengeballten Massen bilden den Heißtrub.

Mengenmäßige Bestimmungen des Heißtrubs unter verschiedenen Koch- und Kühlbedingungen wurden namentlich von F. Kutter¹⁾ ausgeführt. Er fand bei Feststellungen im praktischen Betrieb an einer Reihe von Suden, auf 100 hl Ausschlagwürze von etwa 11%:

30—50 kg Naßtrub aus der Trubpresse, einschließlich imbibierter Würze, mit einem Gehalt an Trockensubstanz von 10—15%,

¹⁾ F. Kutter, Zeitschrift f. ges. Brauwesen 1930, Nr. 10 und 1933, Nr. 13; Schweizer Brauerei-Rundschau 1934, Nr. 9.

entsprechend 3,5—5 kg Tr.,

entsprechend 2,5—4 kg extraktfreier Tr.

Auf 100 Zentner Malz bezogen stellen sich die Werte auf

24—35 kg Trubtrockensubstanz einschließlich des eingeschlossenen Extraktes, bzw.

17—28 kg Trubtrockensubstanz extraktfrei.

Bei der Bodenkochung war die ausgeschiedene Trubmenge geringer als bei der Boden- plus Rotationskochung.

Bemerkenswert war indes die sehr niedrige Verdampfungsziffer (3,4—4,3% stündliche Verdampfung bei der Bodenkochung, und 6% bei der kombinierten Rotationsdampfkochung).

Daß diese Feststellungen aber nicht als ausreichende Unterlagen angesehen werden können, um ein übersichtliches Bild über die Spannweite der überhaupt erzeugbaren Heißtrubmengen zu gewinnen, dürfte nicht zweifelhaft sein. Denn einmal muß aus der Verdampfungsziffer entnommen werden, daß sie erheblich hinter dem Durchschnitt zurückbleibt, geschweige denn als eine gute angesehen werden kann. Sodann ist die quantitative Trubbestimmung ungenau, weil Teile des Trubs im Hopfenseiher zurückgehalten, und noch andere bei Ablauf der Würze vom Kühlschiff mitgerissen werden. Die Menge des Koagulats ist aber auch von der des überhaupt fällbaren Gesamtkoagulatgehaltes (also vom Malz, Maischverfahren, Fällungswirkung des Hopfens u. a. m.) abhängig.

Man wird die Kutterschen Feststellungen aber als einen wertvollen Ausschnitt aus der Sudhausarbeit ansehen können, welche zeigen, daß bei der Bodenkochung weniger Trub ausgeschieden wird, als bei der kombinierten Boden- und Rotationsdampfkochung (in dem Vergleichsfalle 2,7 kg extraktfreie Trubtrockensubstanz gegen 3,2 kg aus 100 hl 11%iger Würze¹).

Welche Bedeutung das Maischverfahren hat, wird u. a. aus Arbeiten von H. Lüers, G. Krauss, V. Hartmann und H. Vogt²) ersichtlich, welche bei Vergleichsversuchen fanden, daß das Infusions- und Hochkurzmaischverfahren unter Umständen mehr als doppelt so viel als das Zwei- und Dreimaishverfahren, und daß Würzen, die erst ohne Hopfen bis zu Bruchbildung ($\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Stunden) gekocht werden, ehe der Hopfen zugesetzt wird, erheblich weniger Trub (bis zu 25%) liefern können, als wenn sie gleich mit Hopfen gekocht werden. (Anm.)

¹) Die vergleichsweise Heranziehung der Eiweißzahlen aus der direkten Bestimmung des durch 4 stündiges Kochen ausgefällten Eiweiß der Vorderwürze, des Eiweißgehaltes der Ausschlagwürze, und des noch fällbaren Eiweiß in der Ausschlagwürze durch nochmalige 4 stündige Kochung erwies sich als wertlos, da die Stickstoffzahlen zu ungenau ausfielen.

²) H. Lüers, G. Krauß, V. Hartmann, H. Vogt, Wochenschrift f. Brauerei 1934, S. 362.

Anmerkung:

Daß sehr erhebliche Schwankungen vorkommen, läßt sich aus folgenden Beispielen errechnen:

b) Chemische Zusammensetzung des Heißtrubs

Die **Zusammensetzung des Trubs** ist sehr verschieden, da in dem Trub nicht nur das koagulierte Eiweiß, sondern auch Gerbstoff, Hopfenharze und Mineralstoffe, welche aus den Umsetzungen zwischen Würze- und Wassersalzen herkommen, enthalten sind.

Die Höhe der Hopfengaben, Alter des Hopfens, Art (einmalig oder in Teilen) und Zeit der Zugabe, sowie Kochzeit ist unterschiedlich, somit auch die Fällwirkung auf Eiweiß, die Ausscheidung von Gerbstoff und Hopfenharz.

Die Kochzeit ist unterschiedlich; somit die Oxydationswirkung auf

1. Angenommen: Hopfengabe 140 g je hl.

Weiter angenommen:

Bitterstoffgabe.	0,020 g in 100 ccm
Bitterstoff, gelöst.	0,008 g in 100 ccm
Bitterstoff, gefällt bzw. ungelöst	0,012 g in 100 ccm
Eiweiß, fällbar	$0,008 \text{ g} \times 6,25 = 0,050 \text{ g}$
Eiweiß, gefällt	80 % = 0,040 g
Gerbstoff, gefällt.	= 0,001 g
Asche.	= 0,001 g
Trub	0,012
	+ 0,040
	+ 0,001
	+ 0,001

Trub zusammen = 0,054 g

davon Eiweiß = 74 %

2. Angenommen: Hopfengabe 170 g je hl.

Sodann angenommen:

Bitterstoffgabe.	0,025 g in 100 ccm
Bitterstoff, gelöst.	0,008 g in 100 ccm
Bitterstoff, gefällt bzw. ungelöst	0,017 g in 100 ccm
Eiweiß, fällbar.	$0,006 \times 6,25 = 0,037 \text{ g}$
Eiweiß, gefällt	66 % = 0,025 g
Gerbstoff, gefällt.	= 0,003 g
Asche.	= 0,003 g

Trub = 0,017

+ 0,025

+ 0,003

+ 0,003

Trub zusammen = 0,048 g

davon Eiweiß = 52 %

Bezüglich der zugrunde gelegten Zahlen sei bemerkt, daß die Werte für Eiweiß aus den für das koagulable und koagulierte Eiweiß überhaupt in Frage kommenden Spannen beliebig herausgegriffen sind; die Werte für Bitterstoff bei Beispiel 2 aus Mittelwerten von Feststellungen Kolbachs (Wochenschrift f. Brauerei 1933, S. 423) stammen, und die bei Beispiel 1 den Werten in Beispiel 2 nachgebildet sind; die Werte für Gerbstoff als Möglichkeitswerte gelten sollen; die Werte für Asche aus den von K u t t e r für den Aschengehalt gefundenen Reihen herrühren.

die Bittersäuren und Weichharze, und Ausscheidung von unlöslichem Hartharz.

Der Anteil an Gerbstoff und Hopfenharz an der Trubmasse kann in sehr weiten Grenzen schwanken, und dadurch die Zusammensetzung sehr stark beeinflussen.

K u t t e r s Feststellungen ergaben bei den in verschiedenen Brauereien ausgeführten Untersuchungen:

in einer Brauerei einen Eiweißgehalt zwischen 43 und 51%, und einen Aschegehalt von 1,9 und 4,8%;

in einer zweiten Brauerei einen Eiweißgehalt zwischen 57 und 66%, und einen Aschegehalt von 5,6 und 8,3%;

in einer dritten Brauerei einen Eiweißgehalt zwischen 76 und 84%, und einen Aschegehalt von 2,9 und 3,3%.

4. Die Verdampfung von Wasser

Zwei Vorgänge greifen hier ineinander.

Das Hopfenkochen ist von einer erheblichen Wasserverdampfung begleitet. Die Verdampfungs menge ist unter Berücksichtigung des Verdampfungsgrades der Pfanne so einzustellen, daß am Ende der Kochzeit die jeweils angestrebte Konzentration der Würze erreicht wird.

Damit muß das Aussüßen der Treber in Einklang gebracht werden, welches so zu regeln ist, daß einerseits der Extraktgehalt tunlichst vollkommen ausgewaschen, andererseits der Extraktgehalt der Vorderwürze durch das Auswaschwasser gerade so weit herabgedrückt wird, als zur Verkochung erforderlich ist.

Die stündliche Verkochung schwankt zwischen 5 und 18% des Pfanneninhalts. Sie beträgt bei üblichen Dampfpfannen 5—8%, bei den neuen Hochleistungspfannen 8—12%, bei Dampfpfannen mit Zusatzkochapparaten bis zu 18%, bei Feuerpfannen bis 10%.

5. Aromatisierung durch Bildung von Malzaroma- stoffen

Zwischen den Zuckern der Würze und gewissen Eiweißabbauprodukten bilden sich röstig-aromatische lösliche Verbindungen, in gleicher Weise wie es beim Darren, und auch beim Maischekochen der Fall ist.

Neben der Kochzeit und -art ist es vor allem der Wärmegrad des Heizmittels, von welchem die Stärke der Aromatisierung abhängt, wenn man davon absieht, Würzen von verschiedenen Malzen in Parallele zu stellen, bei welchen von vornherein schon Unterschiede, aus dem unterschiedlichen Gehalt an Röstaromastoffen des Malzes herrührend, vorhanden sind.

Bei der Feuerkochung wird die Wärme nicht allein durch die Feuergase, sondern auch noch in erheblichem Maße durch Strahlung aus

dem Feuerungsraum übertragen. Die im Feuerungsraum herrschende Temperatur ist um vieles höher als die Dampftemperatur, so daß die Pfannenwand erheblich größerer Hitze ausgesetzt wird, welche in der Mitte des Pfannenbodens, oberhalb des Rostes, am höchsten ist. Nach H. Sch ä f e r ¹⁾ wirkt auf den über dem Rost befindlichen Pfannenboden eine Temperatur von ungefähr 700° C, und auf die übrige Pfannenheizfläche eine solche bis zu etwa 400° C.

Diese Unterschiede in der Temperatur mit dem Maximum der Ausstrahlung von der Zone über der Feuerglut, bedingen nun in Folge des größten Durchgangs von Kalorien von der Mitte des Pfannenbodens aus den stärksten Wärmeeuftrieb der Würze, so daß diese das durch die Kochung von innen nach außen gekennzeichnete Strömungsbild zeigt. Dabei kommt die Würze mit Temperaturen in Berührung, welche weit über 100° C hinausgehen.

Während Schwackhöfer ²⁾ durch seine bekannten Versuche an der Innenseite über der Feuerbrücke Temperaturen von 119—130° C feststellte, fand Sch ä f e r z. B. bei Untersuchungen in 6 Brauereien, daß das Pfannenblech in der Mitte des Bodens auf der Würzeseite auf ein Temperaturgebiet erhitzt wird, welches zwischen 123 und 145° C liegt, während bei der Doppelbodendampfkochung nur annähernd 120° C erreicht wurden ³⁾.

Dieser überhöhten Temperatur muß jedenfalls aber auch eine stärkere Einwirkung auf die Zucker-Eiweißstoffe der Würze zugeschrieben werden, die darin zum Ausdruck kommt, bzw. kommen kann, daß Biere aus feuergekochten Würzen einen mehr oder weniger hervortretenden kernigen Geschmack aufweisen.

Der Wirkung der Feuerkochung kann man nun aber durch passende Zusatzkochapparate oder die Hochleistungspfannen näherkommen, bei welchen entweder durch eine gesonderte Dampfzuführung mit höherer Spannung, neben der normalen Doppelbodenbeheizung, von der Mitte des Pfannenbodens, oder durch eine Rotations-Dampfanlage mit noch wesentlich höherem Druck die gleichmäßige Kochung von den Wandungen nach der Mitte in eine Zentralftriebsskochung umgewandelt wird.

Der Feuerkochung kann man sich dabei um so mehr angleichen, je höhere Dampfspannung zur Anwendung gelangt, was der Rotations-Dampfanlage, bei welcher ein Dampfdruck von 11 Atü angewandt wird, eine Überlegenheit gegenüber der zweifachen Doppelbodenbeheizung, mit

¹⁾ H. Sch ä f e r, Tageszeitung f. Brauerei 1932, Nr. 289.

²⁾ Siehe Schwackhöfer unter G I. S. 220.

³⁾ Nach Angabe von H. Stadler (Wochenschrift f. Brauerei 1933, Nr. 40) sind von Deinlein (Zeitschrift des Bayerischen Revisionsvereins 1931, Nr. 15) an ganz gleichartigen Würzepfannen bei der Feuerpfanne Temperaturen von 110—120° C, bei der Dampfpfanne von 100—110° C an der Würzeseite festgestellt worden.

einem Atmosphärendruck von etwa 4 Atü im Mittelboden, verleiht. (Anm.)

Wie weit durch Hochleistungsdampfkochung die Temperaturspanne zwischen Feuer- und Dampfpfanne ausgeglichen werden kann, zeigt Schäfer an Messungen bei einer Rotations-Dampfanlage, bei welcher die Temperatur des Rohrsystems auf der Würzeseite auf 133 °C — das ist mitten in die Temperaturzone der Feuerpfanne — gebracht wurde.

Das sind Ergebnisse, welche zu der Auffassung berechtigen, daß der Feuerpfanne die ihr von einem großen Teil der Praxis zugesprochene Überlegenheit genommen werden kann.

Die Überlegenheit wird nicht allseitig anerkannt. Auch ich bekenne mich zu denen, die nicht unbedingt eine Überlegenheit sehen, weder bezüglich des Biergeschmacks, noch in der Auswirkung des Verdampfungsgrades, und der Ausscheidung von Eiweiß; dort wohl, wo sie an schlechterer Durchkochung bei Dampfpfannen gemessen wird. Nicht aber bei technisch vollkommenen Anlagen, wie sie auch vorhanden sind, die eine stündliche Verdampfung von 7 bis 8% und darüber bei allerkräftigster Umwälzung erreichen lassen.

Die Rückkehr zur Feuerkochung kann nicht wieder Losung werden. Sie würde nicht nur einen Stillstand in dem Streben nach technischer Vervollkommenung bedeuten, sondern das Rad technischer Entwicklung rückwärts drehen in Zustände, wie sie erst in den Anfängen zur Erweiterung und Vertiefung geistiger und technischer Erkenntnisse vorlagen. Wirtschaftliche Gründe müßten auch die Beschreitung dieses Weges schon als ganz verfehlt erscheinen lassen.

Anmerkung: Zu der Frage, ob die Feuerkochung die Zusammensetzung der Würze in anderer Weise beeinflußt als die Dampfkochung, hatten auch schon Matthews, I. Cannon und W. Fyffe (Journal of the Institut of Brewing 1906, S. 39) Stellung zu nehmen versucht.

Sie untersuchten zuerst Biere aus dampf- und feuergekochten Würzen. Dabei fanden sie, daß bei Anwendung von Dampf von weniger als 2 Atü der Gehalt an hochmolekularem Stickstoff höher, der Gehalt an Amidstickstoff dagegen niedriger war als bei den Bieren aus feuergekochten Würzen; daß bei höherem Dampfdruck (angewendet wurden Dampfdrucke von 2,5 und 2,8 Atü) auch der Gehalt an hochmolekularem Stickstoff höher, der Gehalt an Amidstickstoff aber etwa gleich bzw. nur um etwas geringer ist als bei den Bieren aus Feuerkochung.

Es lag nahe, anzunehmen, daß bei der Dampfkochung mit geringer Dampfspannung eine schwächere Spaltung der Eiweißstoffe eingetreten ist als bei der Feuerkochung; bei höherer Dampfspannung aber schon eine Angleichung gegenüber der Feuerkochung stattgefunden hat. Sie untersuchten deshalb auch noch die Würzen, doch aber nur die, welche mit schwacher Dampfspannung (1,7 Atü) einerseits und mit Feuer andererseits gekocht waren. Die gefundenen Werte lagen indes so nahe aneinander, daß sie nicht berechtigten, bestimmte Schlüsse in dem Sinne daraus zu ziehen, daß bei der Feuerkochung eine stärkere Spaltung der Eiweißkörper stattfindet als bei der Dampfkochung, obgleich die Untersuchung der Biere auf eine solche Beziehung hindeuten ließ.

Mit Erfolg ist aber schon ein anderer Weg beschritten, die hohen Temperaturen der Feuerheizung statt durch brennende Kohle durch Gas- oder Öl-Feuerung zu erzeugen.

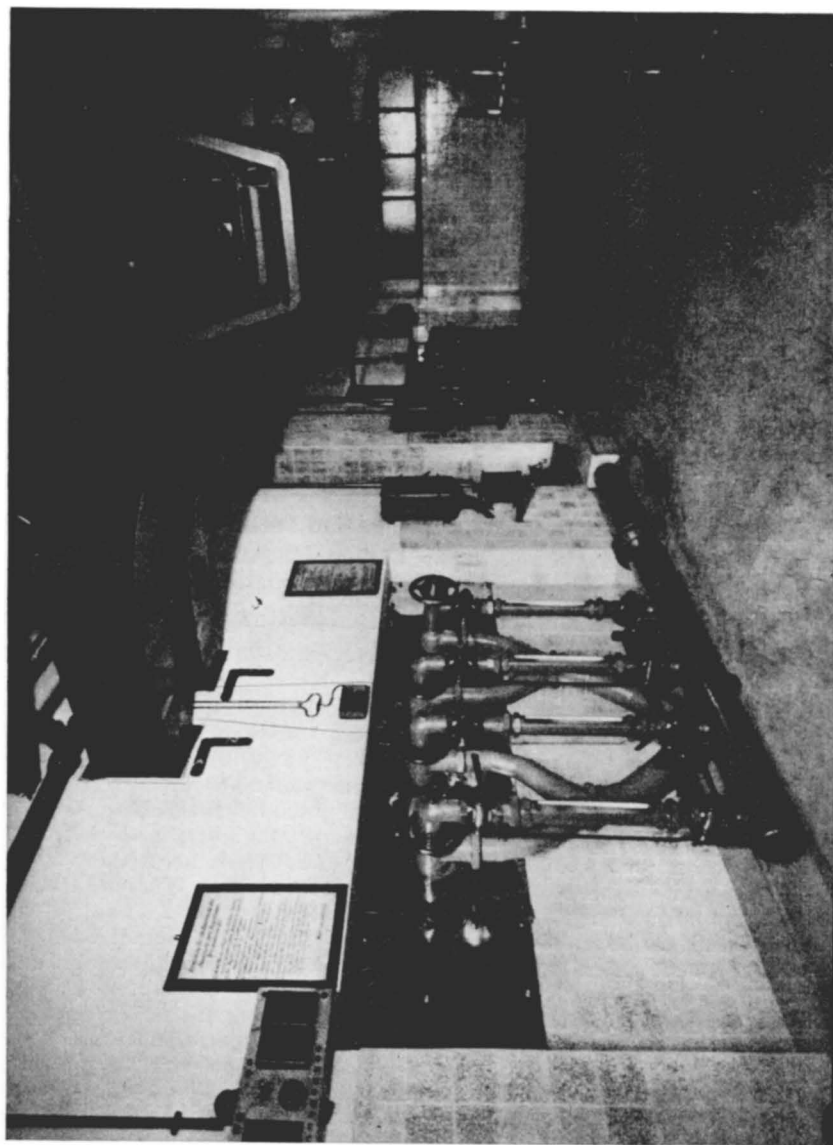


Abb. 79. Heizraum mit 2 Gasfeuerungsanlagen

So ist z. B. ein großer Brauereibetrieb (Abb. 79 u. 80) im Westen Deutschlands seit einiger Zeit vollständig auf Gasheizung umgestellt, die sowohl für Maische wie für Würzekochung Anwendung findet.

In bezug auf Temperatur-Regulierung beim Maischen, Regulierung der Kochung von Maische und Würze, Erzielung jeder Abstufung von langsamer zu intensivster Durchkochung in jedem, jeweils erforderlichen Zeitpunkt; sowie bezüglich Einfachheit in Anlage und Bedienung läßt sich keine vorteilhaftere Feuerungseinrichtung denken, welche bei gleicher



Abb. 80. Sudhaus mit zwei doppelten Sudzeugen, ausschließlich mit Gas beheizt.

brautechnischer Wirkung die schwerfällige, mühsame und umständliche Kohlenfeuerung durch eine andere, aber ruß- und schlackenfreie Verbrennung zu ersetzen vermag.

Die Gasfeuerung wird indes nur da wirtschaftlich vorteilhaft anwendbar, wo mit äußerst niedrigen Gaspreisen gerechnet werden kann, was aber bis heute nur auf einzelne besondere Fälle zutrifft.

B. Vorgänge insgesamt beim Hopfenkochen

a) In Fortsetzung der beim Maischen stattfindenden Umsetzungen vollziehen sich auch beim Hopfenkochen noch weitere Reaktionen zwischen den Würze- und Wassersalzen; zumal auch durch die Nachgüsse wieder Wasser zugeführt wird. Die Umsetzungen verlaufen langsam und unvollständig, doch mit der Wirkung, daß die Azidität der Würze eine Zunahme erfährt, die Pufferung aber nur wenig verändert wird.

b) Das Eiweiß wird denaturiert und koaguliert.

Kochzeit, Intensität der Kochung, offene oder Druckkochung, Hopfenmenge, und Zeit der Zugabe, vielleicht auch Hopfensorte, besonders aber die Azidität der Würze üben entscheidenden Einfluß auf Art und Grad der Ausflockung aus.

Die übliche Kochzeit ist nicht imstande, auch nur annähernd Totalität in der Ausfällung zu bewirken.

Koagulierbar sind durchschnittlich 6—9%; in besonderen Fällen bis zu 15% des Gesamtstickstoffgehaltes der Würze. Zur Koagulation kommen aber nur etwa sechszehntel bis neunzehntel davon ¹⁾).

Die Menge des Koagulats ist außerdem aber noch von einer großen Zahl von Faktoren abhängig: Von dem Eiweißgehalt der Gerste, der Mälzungsart und dem Lösungsgrad des Malzes, der Regelung des Eiweißabbaues beim Maischen, der Zahl, dem Umfang und der Kochzeit der einzelnen Maischen.

I n t e n s i v e K o c h u n g bringt verstärkte Koagulation hervor ²⁾).

D r u c k k o c h u n g bewirkt schnellere und vollständigere Fällung als offene, sofern sie nicht, gegenüber der letzteren, über ein bestimmtes Maß hinaus verkürzt wird.

E r h ö h t e H o p f e n g a b e n bewirken erhöhte Eiweißfällung. Denn die Hopfensäuren, Bittersäuren und Gerbsäuren u. a. organische Säuren tragen mit zur Eiweißfällung bei. Die Fällung ist am stärksten, wenn sich die Bittersäuren, bzw. Harze erst in grobkolloider Verteilung befinden, was der Fall ist, wenn der Hopfen zur Vorderwürze, oder beim Lauf der Nachgüsse, oder überhaupt vor Kochbeginn zugesetzt wird.

Die Fällung ist von dem pH abhängig. Sie ist um so stärker, je näher das pH an das Optimalgebiet (5,2—5,0) herangerückt ist.

c) Infolge der Koagulation von Eiweiß wird das pH , wie schon von Schjerning nachgewiesen wurde, um 0,1 bis 0,25 nach der sauren Seite verschoben. Dabei hält die Ausfällung von Phosphaten in Form von Kalzium- und Magnesiumphosphat durch die Karbonate des Brauwassers, und die Umwandlung von sekundärem Kaliumphosphat in primäres durch die Sulfate die Ph -Verschiebung teils auf, teils fördert sie dieselbe.

Aziditätserhöhend wirken auch die Hopfensäuren.

Das Würze- pH liegt, künstliche (biologische) Säuerung der Würze und Vorbehandlung des Brauwassers mit Säuren zwecks Umwandlung der Karbonate in Laktate, Chloride oder Sulfate ausgenommen, zwischen 6,2 und etwa 5,5.

Um den verschiedenen, durch ein ungünstiges pH hervorgerufenen Nachteilen wirksam zu begegnen, bietet sich durch Wasser- und Würze-

¹⁾ I. Ambrosius; P. Kolbach.

²⁾ F. Kutter; H. Stadler.

behandlung ein geeignetes Mittel, welches es ermöglicht, das ph nach Bedarf dem Optimalgebiet anzunähern, oder es in das Optimalgebiet zu verschieben.

Dabei wird die Titrationsazidität (bis 7,07 ph) aber nicht immer erhöht. Unter den verschiedensten Maischverhältnissen und bei verschiedensten Malzen betrug sie in der Hochschulbrauerei 8—10,5 ccm n/10-Lauge, entsprechend 52—68 ccm auf 100 g Malztrockensubstanz; gegenüber 50—74 ccm in der Vorderwürze.

d) Aus dem Hopfen gehen die wasserlöslichen Bestandteile, wie Mineralstoffe, Stickstoffkörper, Gerb- und Bitterstoffe in die Würze über.

Die Bedeutung der Mineralstoffe des Hopfens ist von untergeordnetem Wert.

Die Stickstoffbestandteile haben dagegen als Amid-Aminverbindungen Wert für die Ernährung der Hefe.

Die Gerbstoffe sind mehr Störungskörper als Wertstoff für Würze, und noch mehr für Bier. Zwar wird ein Teil durch Eiweiß gefällt, doch bleibt ein anderer beim Kochen in Lösung, und scheidet sich bei der Kühlung, Gärung und Lagerung nur unvollständig wieder aus. Der Rest kann sich aber unter gewissen Verhältnissen im Abzugsbier unter Erzeugung von Trübung ausscheiden, und damit Aussehen, Schaum, Geschmack des Bieres nachteilig beeinflussen.

Das Hopfenkochen hat vor allem den Zweck, die im Hopfen vorhandenen Bitterstoffe als bitternde Gewürzstoffe in Lösung zu bringen. Als Bitterstoffe kommen in Betracht die α - und β -Bittersäure, sowie α - und β -Weichharz. Im frischen Hopfen ist der Anteil an Bittersäuren erheblich größer als an Weichharzen. Durch Oxydation bei der Lagerung gehen die Säuren teilweise in Harze über. Die Oxydation geht dann auch zum Teil über die Weichharze hinaus bis zum Hartharz. Während die Weichharze noch stark bitternde Eigenschaft besitzen, ist das Hartharz wertlos, löst sich auch nicht in Wasser, bzw. Würze.

Auch beim Kochen findet eine teilweise Oxydation der Bittersäuren in die Harze statt. Sie nimmt mit zunehmender Kochzeit zu, wobei die Oxydation auch wieder bis zu dem wertlosen Hartharz führt, welches dabei zur Ausscheidung kommt.

Die am stärksten bitternde Wirkung besitzt die α -Bittersäure, deren Anteil am Gesamtbitterstoffgehalt des Hopfens geringer ist als der Anteil an β -Säure + Weichharze. Sie löst sich indes leichter als die β -Bittersäure. Während auf die Lösung der α -Säure (Humulon) der Sauerstoff keine Einwirkung hat, fördert er die Lösung der β -Bittersäure (Lupulon).

Die Weichharze als Oxydationsprodukte sind leichter löslich als die Bittersäuren.

Beim Kochen werden die Bitterstoffe zuerst in grobkolloidale Verteilung gebracht, ehe sie im Verlaufe der Kochzeit in immer mehr dispergier-

ten Zustand übergehen, dem hauptsächlich (allein) das Inlösungbleiben in Würze, und später in Bier zuzuschreiben ist.

Der Grad der Lösung ist von der Azidität der Würze abhängig. Mit der Zunahme derselben wird die Lösung erschwert. Aziditätsreiche Würzen sind deshalb länger zu kochen als aziditätsarme. Die Anwendung längerer Kochzeit hat auch nicht den Nachteil zur Folge, wie er bei aziditätsarmen Würzen zutage tritt, bei denen es namentlich die noch nicht in Reaktion mit den Würzesalzen getretenen Erdalkalien sind, welche stärker lösend auf die Bittersäuren wirken, zugleich aber auch die Geschmacksbittere durch die neugebildeten bittersauren Erdalkalisalze nach der unerwünschten Richtung verschieben.

Die Schwerlöslichkeit der Bitterstoffe kommt darin zum Ausdruck, daß nur etwa bis maximal 40% in Lösung gebracht werden. Dabei geht bei großen Hopfengaben relativ weniger in Lösung als bei geringen. In den Kolloidstoffen der Würze, besonders in den Eiweißkolloiden finden die Bitterstoffe einen gewissen Schutz.

Über Bitterstoffbestimmungen in Würze liegen auf Grund neuester Bestimmungsmethode bisher erst wenig Untersuchungen vor. Bei den gebräuchlichen Hopfengaben (von 170—240 g je hl Ausschlagwürze) hat man einen Bitterstoffgehalt von 75—160 mg je Liter gefunden ¹⁾.

e) Von anderen Vorgängen, die sich beim Hopfenkochen vollziehen, verdienen noch folgende Beachtung:

Die Viskosität, die sehr unterschiedlich sein kann, und sich z. B. unter den Verhältnissen in der Hochschulbrauerei, Berlin, im allgemeinen zwischen 1,68 und 1,99 bewegt, in einzelnen Fällen sogar bis auf einen Tiefstand von 1,6 zurückging, nimmt ab.

Sie ist niedriger als die der Vorderwürze, die auf denselben Extraktgehalt eingestellt wird.

In einer Sudfolge von zahlreichen Suden war sie
bei der Vorderwürze 1,86—1,99 (12%ige Würze);
bei der Ausschlagwürze 1,84—1,92.

Erhebliche Unterschiede stellten wir bei unterschiedlicher Kochung fest. Bei der intensiven Kochung mit dem Zusatz-Kochapparat von Kock, Lübeck, war sie erheblich höher, als bei der gewöhnlichen Dampfkochung. So wurde bei den Würzen, welche mit Boden- und Zusatzkochung gekocht worden waren, im Mittel von 20 Suden 1,87; bei der gewöhnlichen Dampfkochung aber nur 1,70 gefunden ²⁾.

Im Zusammenhang mit der Viskosität findet auch eine Abnahme des Dispersitätsgrades statt. Es wird die Farbe der Würze dunkler; abhängig von der Kochzeit und von dem ph.

¹⁾ Bilgram, Wochenschrift f. Brauerei 1929, S. 137; Kolbach, Wochenschrift f. Brauerei 1933, S. 423.

²⁾ W. Kusenack, Tageszeitung für Brauerei 1930, Nr. 198.

Aromatisierungsvorgänge vollziehen sich zwischen Zucker und Eiweißabbaustoffen.

Inwieweit eine Inversion des Rohrzuckers, der sich beim Mälzen bildet, und im Malz anstaut, durch das Hopfenkochen, oder gar schon durch das Maischekochen stattfindet, ist ungewiß.

C. Trennung des Hopfens von der Würze

(Hopfenseiher, Zentrifuge, blanke Läuterung, Verfahren von Greiner.)

1. Alter Überlieferung gemäß ist es allermeist auch jetzt noch üblich, durch den Hopfenseiher, welcher früher seinen Platz auf dem

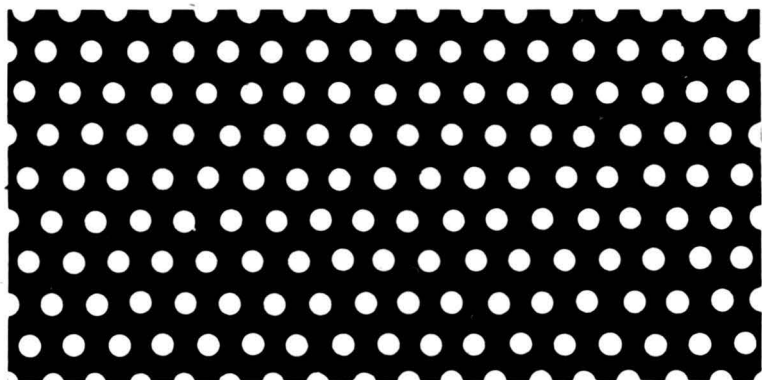


Abb. 81 a. Hopfenseiherlockung

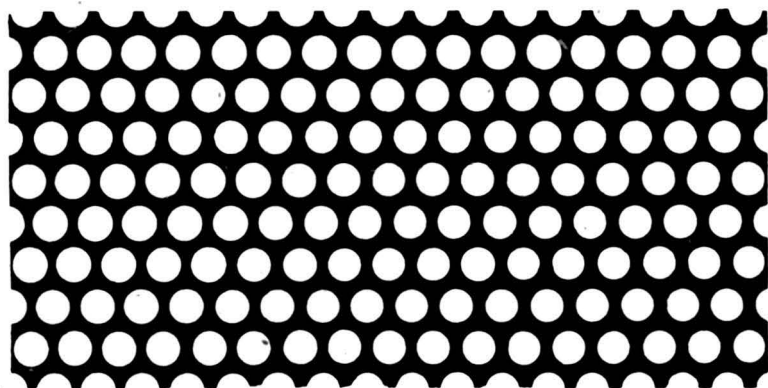


Abb. 81 b. Hopfenseiherlockung

Kühlschiff hatte, nun aber allgemein im Sudhaus untergebracht ist, den Hopfen von der Würze abzutrennen. Mit der Zurückhaltung der Hopfentreiber wird aber nicht auch das beim Hopfenkochen gebildete Eiweißkoagulat zurückgehalten. Seine Ausscheidung erfolgt erst durch die

Ruhe auf dem Kühlschiff, auf welchem sich infolge der niedrigen Würzhöhe in kurzer Zeit der großflockige Heißtrub absetzt. (Abb. 81 a u. b.)

Der Hopfenseiher ist verschiedentlich mit einer Preßvorrichtung ausgestattet, um aus den Hopfentrebern, nachdem sie zuvor mit etwas kochendem Wasser nachgewaschen sind, den dann noch eingeschlossenen Extrakt soweit als zugänglich zu gewinnen. Denn 1 kg Hopfentreber hält, wie schon Habich angibt, bis etwa 6 Liter Würze zurück.

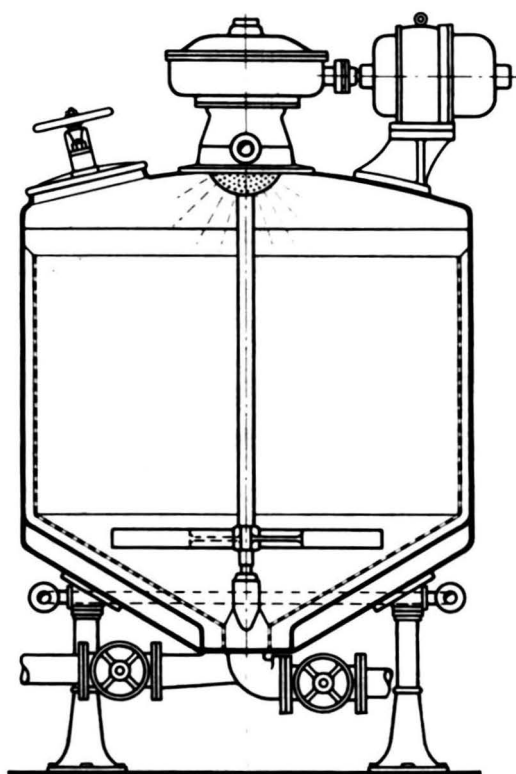


Abb. 82. Hopfenseih-Montejus (Weigel)

Die Seiher baut man auch als Hopfenextraktions- und Druckgefäße aus (Montejus), um die Hopfentreber nach beendeter Entlaugung auf mechanischem Wege fortzuschaffen. (Abb. 82.)

2. In einzelnen Fällen bedient man sich zur Abtrennung des Hopfens des L ä u t e r b o t t i c h s, welcher im Unterschied zum Hopfenseiher auch die Eiweißkoagulate zurückhält, so daß klare, heiße Würze den Läuterhähnen entfließt, welche nun nicht auf das Kühlschiff, sondern sogleich in den Sammelbottich geleitet, von hier aber nicht erst abgelassen wird, nachdem der ganze Sud eingepumpt ist, sondern sofort schon beim Einpumpen wieder abläuft, und dem Kühlapparat zufließt. Der Sammelbottich hat nur die Funktion der Sammlung ausreichender Mengen von Würze für die gleichmäßige Beschickung des Kühlapparates. Ist dieser von entsprechend großer Leistung, könnte die vom Läuterbottich ablaufende Würze in ununterbrochenem Lauf in der gleichen Zeit und Stunde über den Kühlapparat in den Gärkeller geleitet werden.

Der Fortfall des Kühlschiffs, die vollständige Sterilisationsmöglichkeit des ganzen Würzewegs sind als ein großer Vorzug dieses Arbeitsverfahrens anzusehen, der noch dadurch erhöht wird, daß außer dem Heißtrub, welcher in, bzw. auf den Hopfentrebern verbleibt, keine weiteren

Der Fortfall des Kühlschiffs, die vollständige Sterilisationsmöglichkeit des ganzen Würzewegs sind als ein großer Vorzug dieses Arbeitsverfahrens anzusehen, der noch dadurch erhöht wird, daß außer dem Heißtrub, welcher in, bzw. auf den Hopfentrebern verbleibt, keine weiteren

Trubmengen in solchem Umfange abfallen, daß ihre Entfernung durch Trubpressen erforderlich wird. Der bei der Kühlung entfallende Trub, der durch die schnelle Abkühlung aus dem Zustand feiner Dispersion in gerinselige Verflokkung übergeführt wird, läßt sich zum großen und allergrößten Teil durch den Vorstellbottich, in welchem er nach 18—24 Stunden zum Absetzen kommt, entfernen.

3. Greiner hat die Filtration überden Hopfen nun dahin ausgebaut, daß er den Hopfenseiher auf ein hochbordiges, für eine Würzhöhe von etwa 50 cm bestimmtes Schiff stellt, und die Anlage durch einen haubenartigen Umbau gegen die Außenluft völlig abschließt.

Die heiße Würze wird unter Vorkühlung und Zuführung von steriler Luft in den Hopfenseiher gepumpt, und verteilt sich nach dem Passieren desselben

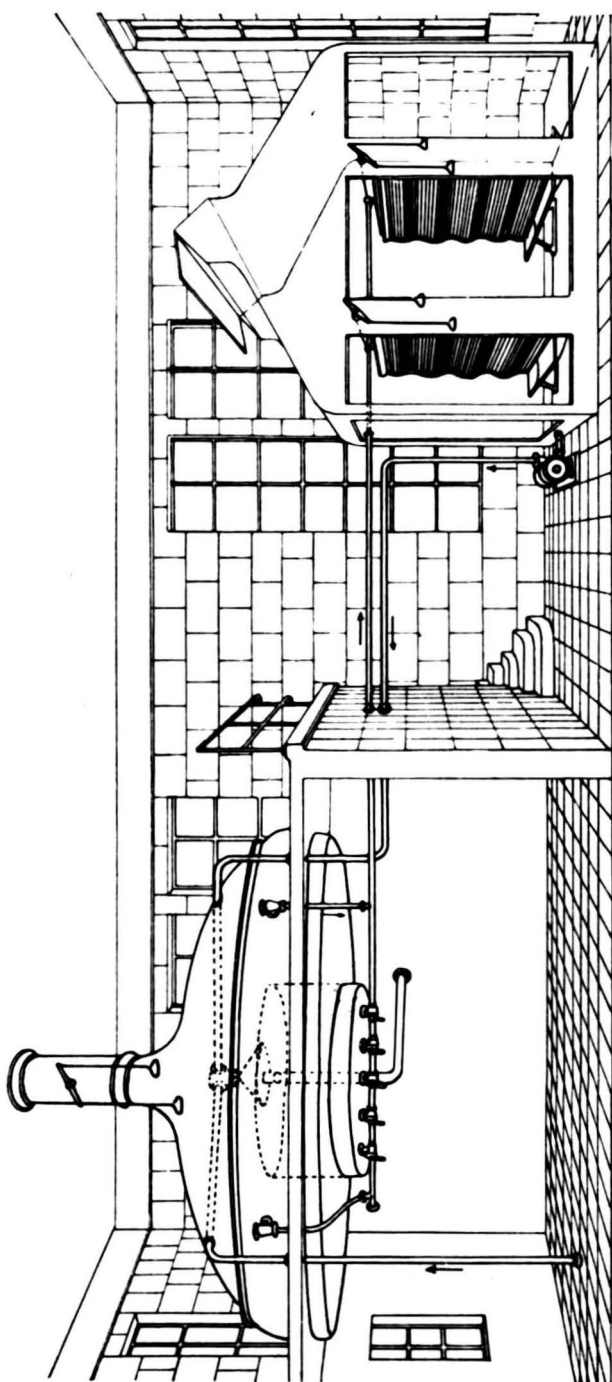


Abb. 83. Hopfenseiher mit Heiß- und Kalttrubfiltration System Greiner

auf das Schiff. Von hier aus wird sie über den Kühlapparat geleitet, und dann zum Hopfenseiher zurückgeführt. Diesen passiert sie zum zweitenmal, wobei nun alle Trubbestandteile, Heißtrub wie Kühltrub, zurückgehalten werden. Vollständig klare kalte Würze kann nun dem Gärkeller zugeleitet werden. (Abb. 83.)

Bei diesem Verfahren ist noch mehr eine praktisch vollkommene Sterilhaltung bis zum Gärkeller zu erreichen.

Der Greiner'schen Methode muß eine beachtenswerte Bedeutung zugesprochen werden. Sie ist ein Verfeinerungsverfahren, um erhöhte Geschmacksreinheit bei Bieren zu erzielen. Dadurch, daß sie den Kalt-

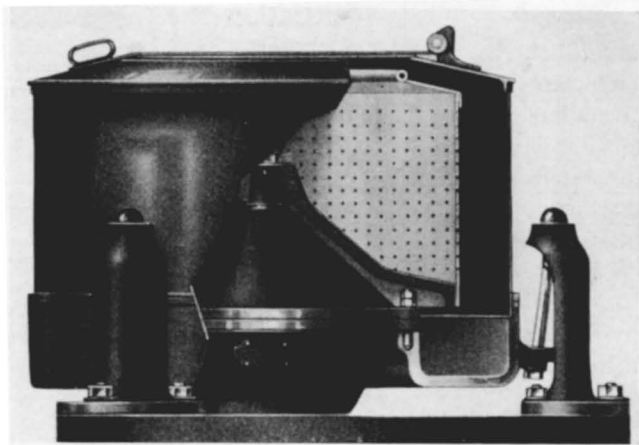


Abb. 84. Hopfen-Zentrifuge (Lindner, Crimmitschau)

trub abscheidet, ehe die Würze in Gärung kommt, und Stoffe beseitigt, welche unter Umständen durch nachfolgende Gärung und Lagerung nicht so weitgehend ausgeschieden werden, oder nach der Ausscheidung zum Teil wieder unter der Wirkung des gebildeten Alkohols in Lösung gehen können; somit also die Ursachen beseitigt, welche nicht selten Anlaß zur Bildung geschmacksunfeiner Biere sind; von Bieren mit Trubgeschmack.

4. In jüngster Zeit ist nun auch in Gestalt der Zentrifuge ein neues Mittel hinzugetreten, um den Hopfen von der Würze abzuscheiden. (Abb. 84.)

Die Vorzüge des Verfahrens sind nach E. Weber darin zu sehen, daß die Zeit des Ausschlagens, vom Beginn bis zum Schluß einschließlich des Nachwaschens, in höchstens 30 Minuten beendet ist, und daß der Extrakt aus den Hopfentrebern technisch auf das Vollkommenste gewonnen werden kann, im Unterschied zu der normalen Arbeitsweise mit dem Hopfenseiher. Beachtlich ist auch der Umstand, daß die Würze

kochend heiß auf das Kühlschiff gelangt, und damit ihre Sterilität auf dem Schiff lange gesichert ist.

Die Heißfiltration mit völliger Abtrennung der Koagulate und die Gewinnung klarer, trubfreier Würze, unter Ausschaltung des Läuterbottichs, beabsichtigt schon (1894) ein Verfahren von Weigel.

Zu dem Zweck soll in der Würzepfanne ein feiner Siebbodeneingebaut werden, durch welchen die Würze, nachdem sie kurze Zeit gestanden, der Hopfen sich gesetzt, und eine Filtrationsschicht sich gebildet hat, filtriert und unmittelbar, ohne erst in einen Setzbottich geleitet zu werden, dem Kühlapparat zugeführt wird, der natürlich eine entsprechend große Leistungsfähigkeit besitzen mußte.

Die Idee der klaren Heißfiltration sucht in jüngster Zeit nun G. Jakob wieder aufzunehmen. Erfahrungen über die Durchführbarkeit stehen aber noch aus.

D. Ausbeute

Aus der Menge und dem Extraktgehalt der Ausschlagwürze ergibt sich die aus dem Malz erzielte Ausbeute. Sie Sud für Sud zu ermitteln, und zu überprüfen, gehört zu den wichtigsten Aufgaben der Betriebskontrolle und ist von jeher eine der ureigensten Angelegenheiten des Braumeisters bzw. des Stellvertreters, ohne dessen Beisein ein Sud nicht ausgeschlagen wird.

Als Maßstab für die Höhe der Ausbeute dient das Ergebnis der nach dem Kongreßverfahren ausgeführten Malzanalyse, für welche bezüglich der Schrotung, des Maischverfahrens, der Filtration usw. genaue Vereinbarungen zwischen den Brauerei-Versuchsanstalten getroffen sind.

Das Studium der Ausbeutefrage ist in den letzten Jahrzehnten mit großem Eifer betrieben worden.

Besondere Aufmerksamkeit wurde der Mühlen- und Schrotfrage gewidmet. Während man wegen der Läuterung anfänglich nur grob gebrochenes Malz verwandte, kam man schrittweise zu geeigneteren Mühlen und passenderem Schrot, und damit zu besseren Ausbeuten.

Doch waren die erreichten Steigerungen teilweise nur verhältnismäßig gering. Schon mit Zwei-Walzenmühlen konnte unter geeigneten, aber nur vereinzelt erst vorhandenen Betriebsverhältnissen bei gut gelösten Malzen, unter den früher gebräuchlichen langen Drei-Maischverfahren Ausbeuten erzielt werden, die bis $\frac{1}{2}\%$ an die Laboratoriumsschrotausbeute heranreichten.

Das Aufschließen durch langes Maischen, verbunden mit langen Kochzeiten der Maischen, ermöglichte es auch, aus gröberem Schrot nahezu restlos die Extraktstoffe zu gewinnen.

Bei kürzeren Maischverfahren mußte indes die Ausbeute zurückbleiben. Sie mußte es um so mehr, je weniger der Bau des Läuterbottichs und ungeeignete Aufhackmaschinen eine vollständige Trennung der Würze

von den Trebern und die Gewinnung der von den Trebern zurückgehaltenen Würze zuließen.

Mit der Verbesserung der Läuterbottiche und Aufhackmaschinen, sowie mit dem Übergang zu zweckmäßigerer Läuterungshandhabung, konnten nun auch höhere Ausbeuten erreicht werden. Die Vervollkommenung der Schrotmühlen und Herstellung von geeignetem Schrot hatte wichtigen Anteil daran, und bleibt auch für immer einer der wichtigsten Faktoren, um ein Malz tunlichst vollkommen aufschließen zu können.

Dabei darf aber nicht außer acht gelassen werden, daß dem Maischverfahren eine nicht zu unterschätzende Bedeutung zufällt, als gerade bei verkürztem Verfahren bei schlecht gelöstem Malz viel Dickmaische gekocht werden muß zwecks Aufschließung der Stärke, und als der Eiweißabbau, je nach seiner Stärke, die Ausbeute bis um 0,8% nach unten oder oben zu verschieben vermag.

Alle diese Bestrebungen und Verbesserungen haben schließlich den Erfolg gehabt, daß die Ausbeuten im Betrieb dem Ergebnis der Schrotanalyse nach dem Kongreßverfahren, vielfach aber dem der Mehlanalyse gleichkommen, in verschiedenen Fällen sogar über die Mehlanalyse hinausgehen.

Mit diesen Erfolgen war man indes nicht immer zufrieden.

Das Druckverfahren zur weiteren Aufschließung des Malzes wurde einzuführen versucht, welches eine Ausbeutesteigerung bis zu 4% in Aussicht stellte, und auch in einzelnen Fällen erreichen ließ. Da die Biere aus diesem Verfahren indes derart geschmacksfremde Eigenschaften annahmen, daß sie von den Abnehmerkreisen abgelehnt wurden, scheiterten alle weiteren Bemühungen.

Aber auch die Auffassungen über die Ausbeutefrage an sich, unter Ausschaltung des Druckverfahrens, haben in letzter Zeit eine Richtung eingeschlagen, die sich nicht mehr ganz mit früheren deckt. Galt es eine Zeitlang, höchstes Ziel darin zu sehen, Ausbeuterekorde zu erzielen — natürlich nur gemessen an dem analytisch festgestellten Extraktgehalt des lufttrockenen Malzes — so erkannte man doch mehr und mehr die falsche Einstellung, die dazu führen mußte, dem auf der anderen Seite nachgestrebten Ziel der Qualitätsverbesserung nicht näher zu kommen, sondern sich mehr und mehr von ihm zu entfernen.

Und so hat sich denn der einzig richtige Standpunkt herausgebildet, die Ausbeutefrage in die Qualitätsfrage einzugliedern, und als Richtschnur hinzustellen, zwar auf gründliche Aufschließung in dem Maischprozeß hinarbeiten, aber eine zu weitgehende Aussüßung der Treber zu vermeiden.

Infolge des hohen Extraktes der Malze aus den hochgezüchteten zweizeiligen Gersten sind auch hohe Ausbeuten zu erzielen.

Man kann wohl behaupten, daß bei dem durchschnittlichen Extraktgehalt von 78—79,5% i. Tr. bei hellen Malzen normalerweise 74—75,5%

Ausbeute von lufttrockenem Malz mit 4—5% Wasser erreicht werden, und daß es möglich ist, und auch verschiedentlich vorkommt, daß Ausbeuten von 76—77% erhalten werden, wenn sehr trockene und hoch extraktreiche Malze zur Verarbeitung kommen.

Bei dunklen Malzen liegen die Zahlen natürlich entsprechend den niedrigeren Extraktgehalten um 2—4% niedriger.

An der Ausbeute sind, auf 100 Teile Extrakt bezogen, beteiligt:

Stärkeabbaustoffe (Zucker und Dextrin) mit	88—91%
Pentosane usw.	„ etwa 2—2,5%
Pektin mit vielleicht	„ 0,5—1%
Eiweiß	„ 4—6%
Mineralstoffe	„ 1,5—2,5%
Gerb- und Bitterstoffe	„ etwa 0,05—0,2%

E. Treber

Von 100 kg Malz fallen etwa 120 bis 130 kg Naßtreber ab, welche 27—33 kg Trockentreber (mit einem Wassergehalt von 12%) liefern.

In den Trebern ist noch auswaschbarer und aufschließbarer Extrakt vorhanden.

Untersuchungen des analytischen Laboratoriums der V. L. B. Berlin, aus den Jahren 1927—1934, ergaben z. B., berechnet auf 100 Teile Trebertrockensubstanz:

an auswaschbarem Extrakt	an nicht aufgeschlossenem Extrakt
0,3 — über 3%	0,6 — über 3%.

Man ersieht daraus, daß die Aufschließung und Extraktgewinnung zu mehr als 99% des überhaupt erzielbaren Extraktes erfolgen kann.

Die Treber bilden wegen ihres hohen Eiweiß- und Fettgehaltes, und der dadurch hervorgerufenen Steigerung der Milcherzeugung ein sehr geschätztes Futter für Milchkühe, welche sie besonders gern als Frischtreber nehmen. Auch zur Schweinemast, als Futter für Geflügel, und auch als Teilersatz für Hafer bei Pferden finden sie nutzbringende Verwendung; für Pferde allerdings besser in Form von Trockentrebern.

Über die chemische Zusammensetzung und den Nährwert der Treber liegen seit Jahrzehnten außerordentlich viel Untersuchungen vor. Hier will ich mich darauf beschränken, die Untersuchungsergebnisse aus dem analytischen Laboratorium der V. L. B. aus den letzten Jahren anzuführen:

In 100 Teilen Trockensubstanz wurden gefunden:

Eiweiß	23—27,5%
Fett	7—10%
Rohfaser	14—20%
Stickstofffreie Extraktivstoffe	43—48,5%
Mineralbestandteile	4—5,5%
Stärkewert	54—58%.

F. Suddauer

Durch den Übergang zu kürzeren Maischverfahren, durch die aus der Verwendung verbesserter Läuterbottiche und -einrichtungen, sowie aus zweckmäßiger Gestaltung der Läuterungshandhabung hervorgegangenen Abkürzungen des Läuterprozesses in Verbindung mit dem geringeren Wasserbedarf für die Aussüßung der Treber und damit der Herabsetzung der zur Verdampfung des überschüssigen Wassers benötigten Zeit, und letzten Endes auch durch die Einschränkung der Hopfenkochzeit überhaupt, hat die Suddauer im allgemeinen eine erhebliche Verkürzung erfahren.

Noch halten allerdings verschiedene Betriebe an verhältnismäßig langen Maischverfahren fest, und noch gibt es auch Läuterbottiche, und werden auch noch Läuterungsmethoden benutzt, welche einer Verkürzung der Läuterzeit entgegenstehen, so daß für die Fertigstellung eines Sudes bis zum Ausschlagen noch 10—12 Stunden benötigt werden — eine Zeitdauer, die aber auch nach Heiß schon nicht überschritten werden sollte.

Dem gegenüber sind viele Brauereien aber schon in der Lage, unter Abkürzung des Maischverfahrens, Anwendung besserer Läuterungsmethoden usw. mit wesentlich kürzerer Zeit auszukommen. Nicht allein bis 10 oder 9 Stunden, sondern bis auf 8, ja sogar 7 Stunden hat man die ganze Suddauer einschränken können.

Das sind Verkürzungen so erheblicher Art, daß sie durch die Verwendung von Maischfiltern nicht übertroffen werden, die es bekanntlich ermöglichen, einen Sud in 7—8 Stunden durchzuführen.

G. Die Kochmittel (Feuer- und Dampfkochung)¹⁾

1. Die Feuerpfanne

Die Würzepfannen (mit Feuerkochung), für die man früh schon dem schier unvergänglichen, hellglänzenden Kupfer vor dem Eisen den Vorzug gab, baute man zuerst tief. Doch schon Scharl und Paupie traten für den Bau von flachen Pfannen ein, die selbst bei großen Dimensionen nur eine Tiefe von höchstens einem Meter haben sollten. Die Pfannen, denen man mehr die länglichviereckige als runde Form gab, wurden mit einem hölzernen Rand von 15—20 cm Höhe versehen, um das Übersäumen zu vermeiden. Es war auch eine Zeitlang Brauch, sie mit einem Holzdeckel zu verschließen.

Mit dem Übergang zum Kupfer, mit dem ein Austausch allmählich zerstörbaren Stoffes gegen einen fast unendlich haltbaren vollzogen

¹⁾ U. a. W. Goslich, Wochenschrift für Brauerei 1887, S. 565.
R. Heinzelmann, Wochenschrift für Brauerei 1908, Nr. 7—14.

Ganz vereinzelt wird Gas und Öl verwandt — in Fällen, wo diese zu äußerst niedrigen Preisen zur Verfügung stehen (siehe dieses Kapitel A. 5).

wurde, verband sich indes eine bessere und schnellere Kochung trotz des mehrfach größeren Wärmedurchgangs nicht.

Die Würze kocht in eisernen Pfannen leichter. Eisen hat nicht in dem Maße wie Kupfer die Eigenschaft, Eiweiß aus der Würze anzuziehen, wie F. Emsländer ausführt ¹⁾. Es behält eine freie Oberfläche, so daß der Wärmedurchgang zur Würze keine weitere Hemmung erfährt. Im Unterschied von Kupfer, welches zwar die Wärme leicht durchläßt, das aber die Wärmeabgabe an die Würze erschwert, da sich infolge der stärkeren Anziehungskraft des Kupfers auf Eiweiß eine Art Isolierschicht durch Eiweißkoagulat auf der Innenseite des Kupferbodens bildet, und dadurch ein größerer Wärmeenergieaufwand erforderlich wird, um Dampfblasen an den betreffenden Bodenstellen auszulösen.

Die Feuerung mußte so angelegt sein, daß die Flamme unmittelbar gegen die Mitte des Bodens schlägt, sich von da möglichst gleichmäßig verteilt, und auch den unteren Teil der Seitenwände umspült, um zu erreichen, daß das Kochen nicht vom Rande, sondern von der Mitte aus erfolgt.

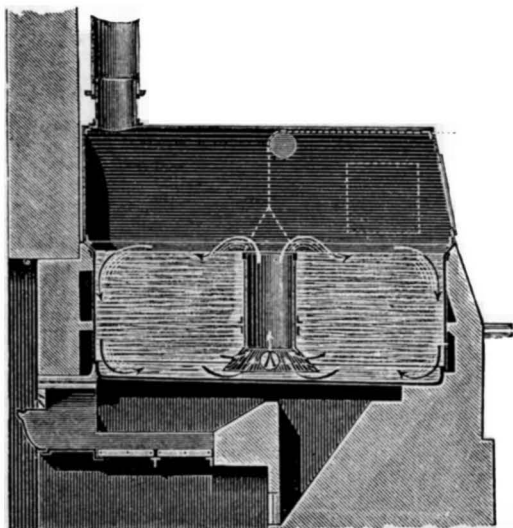


Abb. 85. Zirkulationskochung (nach Welz)

Das Verhältnis von Rost zu Heizfläche, und von Heizfläche zum Pfanneninhalt, auch das Verhältnis von Länge zu Breite der Pfanne ist im Laufe der Zeit vielfach Gegenstand der Diskussion. So machte Goslich z. B. den Vorschlag, zwecks besserer Ausnutzung des Brennstoffs die Pfannen erheblich länger als breit zu bauen. Nach Welz ²⁾ (Abb. 85) soll in englischen Brauereien durch den Einbau eines weiten, unten trichterförmig ausgezogenen, und im Trichter mit Löchern versehenen Rohres in der Mitte des Bottichs eine bessere Brennstoffausnutzung erzielt werden. Die Würze, in der Mitte, wo sie am stärksten erhitzt wird, hochsteigend, fließt oben über den Rand des Rohres über, und saugt von neuem unten Würze an, so daß eine kräftige Zirkulation entsteht, durch welche in rascher Folge immer neue Flüssigkeit über den heißen Pfannenboden hinweggeführt wird. Die Einrichtung hat auch den Vorteil, daß ein Überkochen über den Pfannenrand verhütet wird.

¹⁾ F. Emsländer, Wochenschrift für Brauerei 1933, Nr. 41.

²⁾ Wochenschrift für Brauerei 1887, S. 565

Im Laufe der Zeit wendet man sich noch mehr der länglich-viereckigen Form zu.

Von der Überlegenheit der Feuerpfanne ist man noch lange überzeugt, bis Schwackhöfer¹⁾ durch seine berühmten Versuche feststellt, daß die vermuteten hohen Temperaturen auf der Innenseite des Pfannenbodens gar nicht vorhanden sind, und sich mehr und mehr die Überzeugung Bahn bricht, namentlich auch gefördert durch die in den amerikanischen Brauereien gemachten Erfahrungen mit der dort fast allgemein angewandten Dampfkochung, daß die Feuerkochung viel weniger wirtschaftlich ist, und daß man vermittels der Dampfkochung qualitätsgleiche Biere herstellen kann.

2. Die Einführung der Dampfkochung

a) Die Anfänge der Dampfkochung reichen bis auf die 70er Jahre des 18. Jahrhunderts zurück.

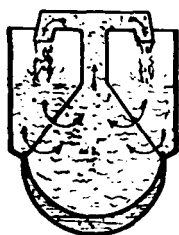


Abb. 86. Hilfskoch-
vorrichtung

R. Thornton (1778) benutzt gespannten Dampf, der in einem besonderen Kessel erzeugt, und in den Doppelmantel des Würzekessels eingeleitet wird, um Bierwürze einzudicken, welche in die Tropenländer zur Herstellung von Bier befördert werden soll.

I. Kilby (1815) will die Dampfkochung schon zur regelrechten Betriebseinrichtung machen. Der Dampfmantel, der bis zur Höhe des Würzespiegels den Würzekessel umgibt, soll mit einem durch Gewicht belasteten Ventil, zur Erzeugung erhöhter Spannung und Temperatur versehen werden.

Auch das Kochen unter Druck wird schon in Aussicht genommen von Kilby, welcher zu dem Zweck den Würzekessel luftdicht verschließt.

Zu praktischen Ausnutzungen sind indes die Erfindungen nicht gekommen. Lange blieben sie von der Praxis unbeachtet. Jahrzehnte vergingen. Da entschloß sich die Zacherl-Brauerei in München, versuchsweise die Dampfkochung zu benutzen. Doch auch diese Versuche wurden wieder ergebnislos abgebrochen.

Eigenartigerweise sah auch Balling in der Dampfkochung keine Vorteile. Nur insoweit wollte er einen gelten lassen, daß man den Dampf der kochenden Würze ausnutzen könne, und daß das in der Weise am besten anwendbar sei, wie es T. Wood (1784) schon vorgesehen hatte, und wie es in dieser Art von englischen Brauereien vielfach geschieht. Danach wird auf die Würzepfanne luftdicht ein zweiter Würzekessel gesetzt, der

¹⁾ Schwackhöfer, Aus den Mitteilungen der österreichischen Versuchsstation f. Brauerei und Mälzerei, Wien, 1888/1889; wiedergegeben in Wochenschrift f. Brauerei 1888, S. 897 und 1889, S. 336.

in der untereren Pfanne erzeugte Dampf in das obere Gefäß geleitet, und die in diesem befindliche Würze damit vorgewärmt (Englische Pfanne). (Abb. 86 u. 87.)

Auch Heiß ist der Dampfkochung noch nicht gewogen, da die praktische Bewährung der Doppelbodenheizung noch zweifelhaft wäre.

Eine Verbesserung der in der Zacherl-Brauerei verwendeten Pfanne, die eine zu kleine Heizfläche hatte, und die auch noch offen war, brachte die Dampfpfanne von Gumbinner (1846), welche mit Doppelbodenheizung und außerdem noch mit Schlangenrohrheizung im Innern ausgestattet war.

Die Kochung mit indirektem Dampf (Boden- bzw. Mantelheizung) blieb aber lange noch nur vereinzelt praktisch nutzbar gemachtes Problem. Selbst führende Brauereien, wie z. B. Dreher, Kleinschwechat, sind nach jahrelanger Anwendung von der Dampfkochung wieder abgekommen.

Erst in den 60er Jahren beginnt die Dampfkochung in einigen Betrieben zu regelmäßiger Einrichtung zu werden. U. a. wird sie in Alt-Carlsberg, Kopenhagen angewendet. Eigenartigerweise wird aber als Pfanne ein liegender, länglicher, eiserner Kessel mit Doppelboden gewählt, der es auch gestattet, unter Druck zu kochen.

Während in Europa die Dampfkochung immerhin noch großem Mißtrauen begegnet, und die Erfinder immer noch dabei sind, neue Einrichtungen dafür zu konstruieren, ist in amerikanischen Brauereien schon in den 70er Jahren die Dampfkochung allgemein in Anwendung gekommen.

Bersch (1881) sucht der Einführung der Dampfkochung dadurch den Weg zu ebnen, daß er die Verwendung von überhitztem Dampf vorschlägt, um den vermuteten hohen Temperaturen der Feuerkochung nahezukommen. Denn von der Auffassung konnte man sich noch nicht lösen, daß die Feuerkochung für die Erzeugung hochmalzigröstig aromatischer Biere unentbehrlich wäre, und daß sie namentlich für das

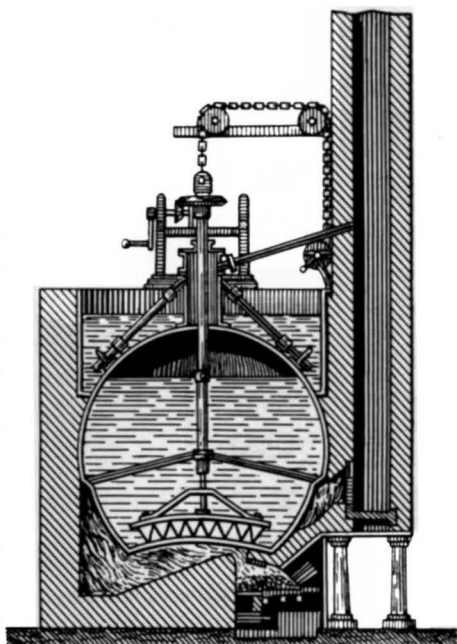


Abb. 87. Englische Pfanne

Maischekochen nicht zu entbehren sei, was durch die Dampfkochung nicht erreicht werden könne.

Da ist es nun Schwackhöfer, welcher durch seine Untersuchungen über die bei der Feuerkochung erreichten Temperaturen in den Meinungsstreit eingreift. Er wies in erster Linie nach, daß die Dampfkochung viel wirtschaftlicher sei, und daß bei der Dampfpfanne ein erheblich höherer Nutzeffekt (mindestens 70%) erzielt werde, als bei der Feuerkochung, mit nur 30—50% Nutzeffekt.

Sodann stellte er durch die bekannten Versuche fest, wozu Platten aus Legierungen von Blei, Zinn und Wismuth, mit verschiedenen Schmelzpunkten innen und außen an den Pfannenböden angelötet wurden, daß die bei der Feuerpfanne vermuteten hohen Temperaturen an der Flüssigkeitsseite der Pfannenböden gar nicht vorhanden seien. Er stellte auch

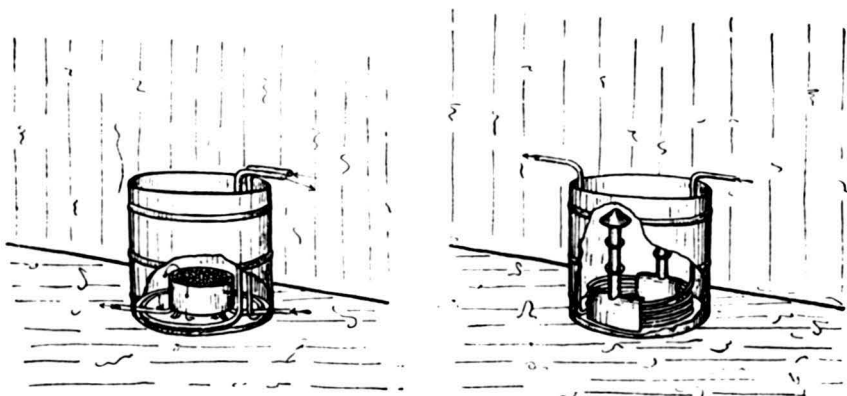


Abb. 88 u. 89. Hilfskochvorrichtung (England)

fest, daß die Temperaturen unmittelbar über der Feuerbrücke, sowohl an der Außen- wie Innenseite, am höchsten sind, und daß sie mit der Entfernung von der Mitte nach den Seiten abnehmen. Gemessen wurden an der Außenseite des Bodens über der Feuerbrücke Temperaturen über 190°C ; an der Innenseite über der Feuerbrücke $119\text{—}130^{\circ}\text{C}$, und nach den Seiten zu $115\text{—}119^{\circ}\text{C}$.

Der Übergang zur Dampfkochung wird nun allgemeiner. (1890, Generalversammlung der V. L. B., 1894, Generalversammlung der wissenschaftlichen Station in München u. a. m.)

Besonders setzen sich die Kupferschmiedefirmen F. W. Pest, Berlin und R. Guiremand, Berlin dafür ein, welche die Dampfkochung in Amerika studiert hatten; und bauen in einer Reihe von Brauereien Dampfpfannen ein. Auch Noback und Fritze, Prag; Steinecker, Freising u. a. nehmen den Bau von Dampfpfannen auf.

Zu der allgemeineren Verbreitung tragen dann besonders auch die Untersuchungen über die erheblichen Ersparnisse an Kohlen bei, welche

namentlich von W. Goslich, Ganzenmüller, E. Jalowetz in verschiedenen Brauereien gemacht wurden.

Ebenso, und noch wichtiger waren aber die Begutachtungen der geschmacklichen und sonstigen Eigenschaften der Biere, über welche sich die Vertreter der brauwissenschaftlichen Versuchsstationen wie die der Praxis allgemein dahin äußerten, daß Unterschiede gegenüber den Bieren aus Feuerkochung nicht erkennbar wären. Bleisch¹⁾ will allerdings nicht gleich eine sichere Entscheidung bezüglich der dunklen Biere treffen, ist aber im Jahre darauf davon überzeugt, daß durch die Dampfkochung keineswegs eine praktisch in Frage kommende Änderung des Geschmacks vom bayrischen Biere bedingt werde.

b) Neben der Boden- bzw. Manteldampfkochung wird auch das alte Problem der Kochung mit Heizröhren weitergeführt, das in englischen Brauereien schon lange Anwendung gefunden hat.

Von den in England benutzten Einrichtungen sind besonders erwähnenswert²⁾:

ein Apparat, ein zylindrischer Körper aus Kupfer von etwa 2 Fuß Höhe und 2,5 Fuß Durchmesser, der in der Mitte der Pfanne aufgestellt ist. Der Körper ist von zahlreichen Röhren durchzogen, welche von Dampf umspült werden, so daß die in den Röhren stehende Würze erwärmt wird, hochsteigt und kalte Würze unten nachzieht. So entsteht eine starke und dauernde lebhafte Kreisbewegung der kochenden Würze, wobei unter Umständen noch durch ein Dampfrohr auf dem Pfannenboden die Heizwirkung verstärkt wird. (Abb. 88.)

Ein anderer Apparat, eine aus mehreren, übereinander angeordneten Windungen bestehende Dampfschlange ist an zwei Stellen mit einer Mantelkappe überdeckt, welche an beiden Seiten offen ist, und ein weites, senkrecht, mit dachartiger Haube versehenes Rohr trägt. Die unter dem Mantel befindliche Würze steigt, erwärmt durch die Dampfschlangen, in dem Steigrohr in die Höhe, und wird unterhalb der offenen Kappe herausgetrieben. Neue Würze wird nachgesaugt, und der Kreislauf (beiderseits) ist hergestellt, indem sich zwei Kochzentren bilden. (Abb. 89.)

Lipps, Dresden gibt eine besondere Konstruktion an. In dem nach der Mitte geneigten Boden der viereckigen Pfanne ist eine halbrunde heizbare Rinne eingebaut, während außerdem noch zwei, an den Enden derselben angeschlossene parallel der Rinne verlaufende Heizrohre an den Kanten angeordnet sind.

H. Stockheim, 1893, sowie Schäfer und Langen, Krefeld, 1899—1902, bringen rotierende Dampfrohre zur Anwendung, die noch sonst von anderen Konstrukteuren in verschiedener Form gebaut werden. (Abb. 90.)

H. Krantz, Aachen läßt den Dampf im Kreislauf mit dem

¹⁾ Bleisch, Zeitschrift f. ges. Brauwesen 1899, S. 676.

²⁾ F. Schönfeld, Die Herstellung obergäriger Biere

Dampfkessel durch das Röhrenheizsystem durchströmen, um höhere Temperaturen zu erreichen und damit der Feuerkochung näher zu kommen.

Es ruhen auch die Bestrebungen nicht, den beim Kochen der Würze entstehenden Abdampf wieder nutzbar zu machen.

Eine der ersten praktisch bewährten Einrichtungen war der **Dunstkondensator** von Wehrle, Emmendingen (1896), welcher dicht unterhalb der Drosselklappe an das Dunstrohr angeschlossen wurde.

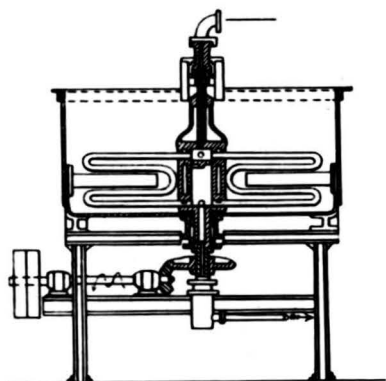


Abb. 90. Dampfkochung mit rotierenden Dampfzöhrren. (Schäfer und Langen)

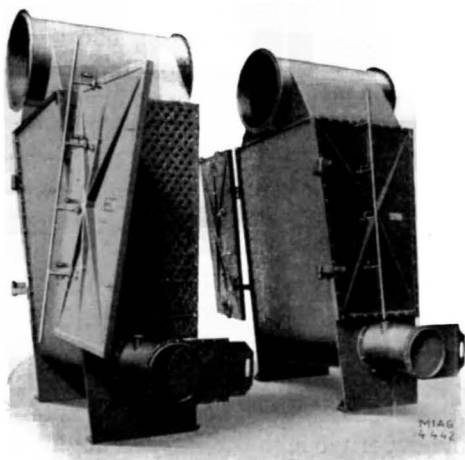


Abb. 91. Pfannen-Dunstkondensator (Mlag)
Abgestufte Verteilung der Röhre gemäß der Abnahme des Wrasens während der Kondensation im konisch gestalteter Apparat

3. Die Zusatzkochung

Der Übergang zur Dampfkochung hat sich nun noch weiter ausgedehnt. Die Feuerpfannen wurden für Dampfkochung eingerichtet, indem man sie mit festliegenden seitlich nahe am Boden angebrachten Heizrohren ausstattete. Die Erfahrungen, die man indes damit machte, waren verschiedentlich sehr ungünstig. Die Würzen kochten nicht genügend durch. Die unter den Schlangen stehenden Würzeteile wurden nicht in den Kochstrom hineingezogen. Die Folge war schlechter Bruch und Schleier, und das Bier zeigte große Empfindlichkeit gegen Mikrobenentwicklung und Kälte.

Doch auch die Boden- bzw. Mantelkochung zeigte in vielen Fällen Mängel. Die Durchkochung war unzulänglich; infolge schlechter Strömung und von Wärmestauungen trat plötzliches Auf- und Überkochen ein. Die notwendige Abdrosselung des Dampfes verursachte Zeitverluste, und das Einkochen wurde aufgehalten. Die Verdampfung war unbefriedigend und nahm in manchen Fällen einen kaum gekannten Tiefstand an.

Aus dieser Sachlage heraus entwickelte sich die neue Anwendung der **Zusatzkochung**, welche in dem Apparat von Kock, Lübeck (Abb. 92),

praktisch bewährte Ausführung fand ¹⁾. Der Apparat (Perfekt genannt), hervorgegangen aus dem „D o m“, in Verbindung mit einem Heizrohrsystem — in englischen Brauereien verschiedentlich benutzten Hilfskochvorrichtungen — besteht aus einem vertikal gestellten Rohrsystem, welches in der Mitte der Pfanne eingebaut, und von einem Mantel umgeben ist. Dieser schließt oben mit einer drehbaren Haube ab, aus welcher

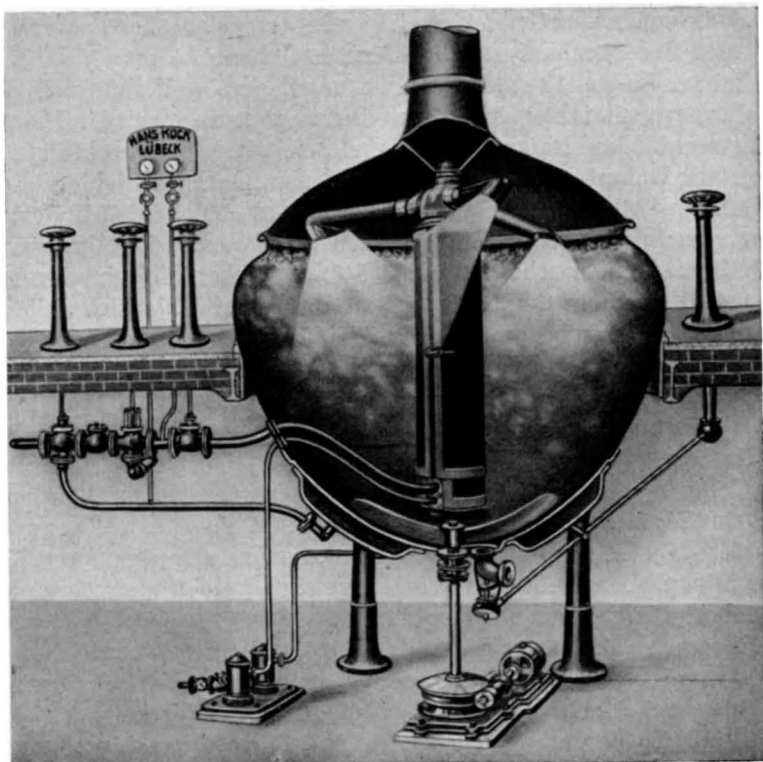


Abb. 92. Zusatzkochapparat „Perfekt“

zwei oder mehr wagerechte Arme herausragen, die durch die in dem Mantel hochsteigende kochende Würze, dem Prinzip des S e g n e r schen Rades folgend, in rotierende Bewegung versetzt werden. Die Würze wird durch die weiten Mündungen mit gewaltigem Druck herausgeschleudert, und in rauschendem Ausfluß auf die ganze Oberfläche des Pfanneninhaltes aufgestreut.

Die Beheizung des Zusatzkochers, welcher mit der Bodenkochung zusammen in Tätigkeit gesetzt wird, geschieht mit direktem Dampf

¹⁾ R. Q u i t t , Die vollkommene Intensivkochung und ihre physikalische Grundlage. Tageszeitung für Brauerei 1934, Nr. 120.

(2—3 Atü) oder mit Abdampf, welcher letzterer schon etwa im Jahre 1904 zur Anwendung kam, und namentlich gestützt auf Untersuchungen von H a a c k, bald allgemeinere Anwendung fand.

Das hauptsächlichste, mit dem Apparat verfolgte Ziel war, eine möglichst vollständige Homogenität der kochenden Würze herzustellen, und das Ansammeln konzentrierter Würzeteile auf dem Boden der Pfanne zu verhindern, bzw. schnellstens zu beseitigen, was bei den mit Dampf geheizten Pfannen sonst nicht erreicht wird, zugleich aber auch die Wirkung der Feuerkochung möglichst zu erreichen.

Bei der Boden- bzw. Mantelbeheizung liegen die Verhältnisse derart, daß die nach oben steigenden, mit der Entfernung von der Heizfläche größer werdenden Dampfblasen durch die stärkere Durchsetzung der Würze mit Dampf zur Folge haben, daß die unteren Schichten in einem bestimmten Volumen mehr Würze enthalten, als die oberen. In Bewegung kommen mehr die oberen Teile der kochenden Würze, die mit zunehmender Kochzeit immer schwerer wird. Ständig sinken die schwereren nach unten, und sammeln sich hinter den an den Heizflächen sich ablösenden Dampfblasen. Durch den „Perfekt-Apparat“ werden diese, weniger bewegten konzentrierten, unten angesammelten Würzeteile nach oben geleitet, zerstäubt, und über die ganze Oberfläche zerteilt, so daß eine vollständige Homogenität entsteht.

Um der Wirkung der Feuerkochung möglichst nahe zu kommen, bei welcher die Wärmeübertragung infolge der wechselnden Wärmezufuhr unregelmäßig ist, wird die Würze bei dem „Perfekt-Apparat“ gezwungen, besondere Verteilungsrohre zu passieren, welche einen gewissen Widerstand bilden, so daß sie beim Vorbeistreichen an den Heizröhren länger den höheren Hitzegraden ausgesetzt ist.

Ein weiteres Ziel war die Steigerung der Verdampfung.

Kennzeichnend für die Wirkungsweise des Apparates ist es dann auch, daß Steigerungen erreicht werden, welche bis über 100% betragen können, daß stündliche Verdampfung bis zu 18 % zu erreichen ist, und daß trotz der stärksten Kochung das Überschäumen verhindert wird, so daß ein intensives Kochen mit stärkster Umwälzung, selbst ziemlich voller Pfannen, möglich ist. Bemerkenswert ist ferner aber auch die verbesserte Bruchbildung, die sich indes erst einstellt, wenn der Kocher außer Tätigkeit gesetzt ist. Die Schleuderwirkung kann derart kräftig sein, daß die Eiweißgerinnsel sich nicht zu großen Flocken zusammenschließen, bzw. daß die zusammengeschlossenen durch die starke Streuung immer wieder zerschlagen werden. Notwendig ist es deshalb, die letzte Zeit, $\frac{1}{4}$ bis eine $\frac{1}{2}$ Stunde etwa nicht mehr mit dem Kocher zu kochen, sondern nur mit der Bodenkochung. Überhaupt ist es erforderlich, jeweils in einem Betriebe erst durch tastende Versuche festzustellen, wie lange mit und ohne den Zusatzkocher zu kochen ist.

Infolge der außerordentlich verstärkten Kochung und Umwälzung

der Würze, welche innerhalb des Umschließungsmantels des Heizrohrsystems in die Höhe gezogen, oben nach den Seiten ausgestoßen und so in einen intensiven Kreislauf gebracht wird, muß notwendigerweise auch eine verstärkte Eiweißausscheidung hervorgerufen werden¹⁾. Es ist nun aber nicht außerhalb der Möglichkeit gelegen, daß die peitschende Wirkung der Streuung bei ihrer 1 bis eineinhalb Stunden langen Dauer nicht nur dahin führt, daß die Koagulate, wie schon das äußere Bild erkennen läßt, wieder auseinandergerissen werden, sondern weiter zertrümmert, in kleinere und immer kleinere Teilchen zerschlagen, und schließlich so winzig klein werden, daß sie teilweise von neuem in Lösung gehen. Und so kann man sich vorstellen, daß trotz vermehrter Eiweißausscheidung die Würze nicht eiweißärmer wird, möglicherweise sogar durch verstärkte Rücklösung eiweißreicher, als wenn die Kochung nur durch Boden- oder Mantelkochung erfolgt.

Diesen Fall konnten wir bei Vergleichsversuchen in der Hochschulbrauerei in der Tat feststellen, wo die Untersuchungen (durch W. K u s e n a c k an zahlreichen Suden durchgeführt) ergaben, daß die mit dem Zusatzkochapparat gekochten Würzen im Mittel 2,4% Eiweiß mehr enthielten, als die mit Bodenkochung gekochten, — was auch wieder im Einklang mit den Feststellungen von Horch und Schultheis stand — und daß sie auch eine höhere Viskosität (1,8 gegen 1,6) besaßen.

4. Verbesserungen durch Formveränderung der Heizfläche und andere Verteilung der Wärmeübertragung (Hochleistungspfannen).

a) Die Bemühungen, bessere Kochung bei den Dampfpfannen zu erzielen, führt nun auch auf anderen Wegen zu Fortschritten.

Als entscheidende Gesichtspunkte wurden in den Vordergrund gestellt, die Formveränderung der Heizfläche und eine andere Verteilung der Wärmeübertragung auf die Heizfläche.

Der schlechten Verdampfung, welche die bisher gebauten Dampfpfannen verschiedentlich aufwiesen (zu tiefe Pfannen, zu kleine Heizfläche, zu niedrige und zu flache Hauben usw.), konnte man vielfach durch den Einbau von Ventilatoren erfolgreich abhelfen. Damit war aber die Kernfrage des Problems in keiner Weise angefaßt. Es kam vor allem auch darauf an, der Bewegung der kochenden Würze eine andere Richtung zu geben, stärkere Umwälzung zu erzielen, die gesamte Würze gleichmäßig in die Strömung einzubeziehen, und mit höheren Heiztemperaturen auf die Würze einzuwirken.

Das Problem wurde auf verschiedene Art in Angriff genommen.

¹⁾ R. Horch und Schultheis fanden bei der „Perfekt“-Kochung eine um 16% stärkere Ausfällung als bei der gewöhnlichen Dampfkochung *Wochenschrift für Brauerei* 1929 Nr. 30)

Schäfer¹⁾ (Miag) greift auf seine Rotationskochanlage von 1900 zurück, die er entsprechend vervollkommen. (Abb. 93.)

Das geneigt angeordnete Heizrohrsystem wird mit Dampf von 8 bis 10 Atü beheizt, und der Heizdampfstrom so geleitet, daß der Würze-

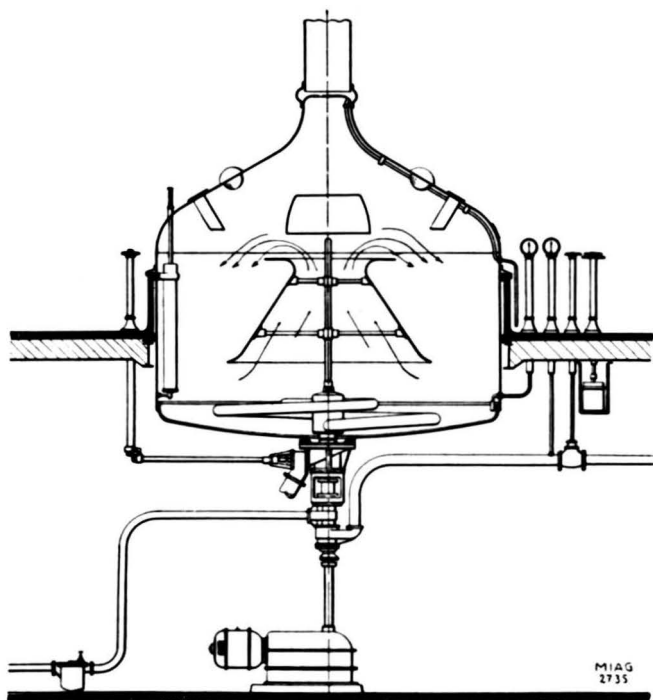


Abb. 93. Rotationskochanlage.

strömung in dem von der Rotationsanlage umgebenen Raum entgegenwirkt.

Um den Würzeumlauf in geschlossenem Strom zu erhalten, ist ein Leitzylinder mit oben schräg abfallendem Rand oberhalb des Heizröhrensystems angebracht, der indes auch entbehrlich ist, ohne die Umlaufströmung zu behindern. Zur Verstärkung des Wrasenabzugs dienen Luftzuführungsrohre, welche durch die Pfannenhaube durchgeführt sind und dazu dienen, die Luft auf die Oberfläche der Würze zu verteilen. (Abb. 94.)

b) Die andere Richtung, eine bessere Lösung zu finden, griff auf die doppelte Beheizung des Bodens und Mantels zurück.

Gleich wie bei der Rotationskochanlage sollte die Kochströmung so geleitet werden, daß die Würze nicht, wie bei den gewöhnlichen Dampfpfannen von außen nach innen, sondern von innen nach außen kocht.

¹⁾ J. Schäfer, Tageszeitung f. Brauerei 1929, Nr. 187.

Schon R. Beck baute 1900 eine Dampfpfanne mit einem nach innen ausgebauten Boden für Boden- und Mantelbeheizung, bei welcher das Kochen von der Mitte aus erfolgt.

Meura (1902) konstruierte eine Pfanne mit Bodenbeheizung, bei welcher der Würzeauftrieb in der Mitte dadurch erzeugt wird, daß der Dampf zuerst in einen konvexen, nach innen gewölbten Heizraum eingeleitet wird, welcher sich in dem Doppelboden befindet.

Eine verbesserte Konstruktion bringt dann Meura (Abb. 95) durch eine Dampfpfanne mit zwei Doppelböden¹⁾ heraus, von denen der eine, mittlere

und kleinere, eine konvexe Haube besitzt, der andere nach der Mitte zu Gefälle hat. Die Doppelböden sind gegeneinander abgeschlossen, und

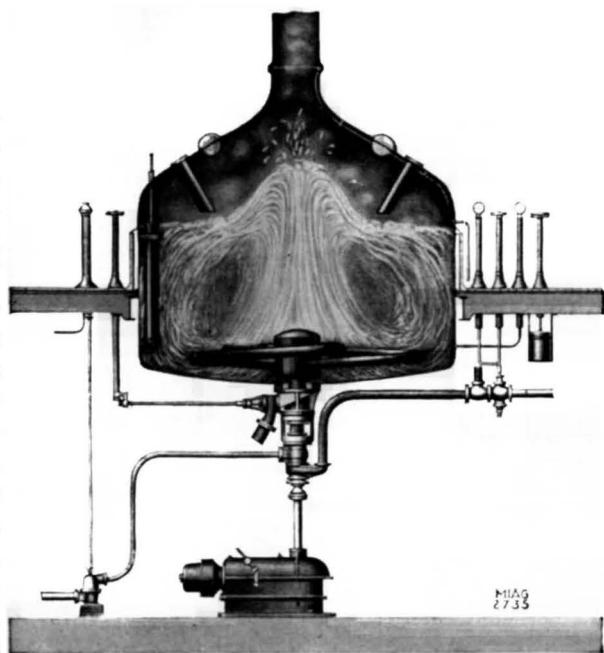


Abb. 94. Rotationskochanlage (Mlag)

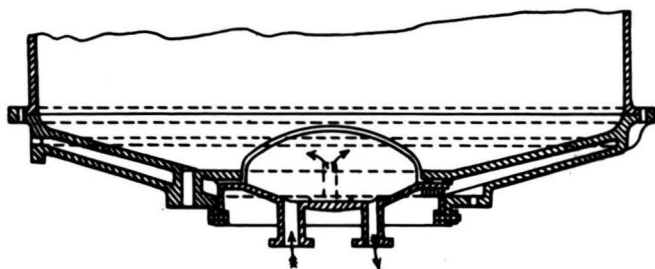


Abb. 95. Dampfpfanne mit zwei voneinander getrennten Doppelböden, die durch Dampf von verschieden hoher Spannung beheizt werden (Meura)

mit Dampf von verschieden hoher Spannung beheizbar. Der mittlere ist für eine Spannung von 6—10 Atü, der äußere für Niederdruckheizung bis zu 3 Atü bestimmt.

¹⁾ Meura, Wochenschrift f. Brauerei 1909, S. 579.

A. Steinecker gibt der Pfanne einen weit nach oben ausgezogenen Boden, der im oberen Teil für Hochdruck-, im seitlich auslaufenden Teil für Niederdruckheizung eingerichtet ist.

Nun folgt Konstruktion auf Konstruktion.

Die Hochleistungspfannen entstehen.

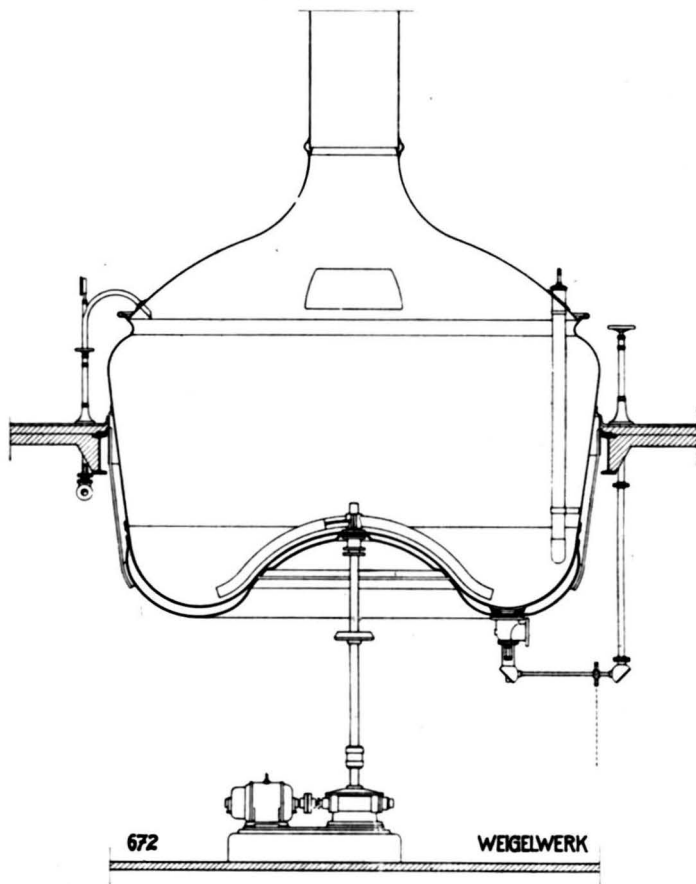


Abb. 96. Würzepfanne (Weigel)

Ihnen allen ist gemeinsam die gleiche Idee, die Kochung von der Mitte aus erfolgen zu lassen. Gemeinsam ist ferner bei ihnen der nach innen hochgezogene Pfannenboden, und die Beheizung des mittleren Bodenteils mit hochgespanntem (3—4 Atü), und des seitlichen Bodenteils mit Niederdruckdampf (1,5—2 Atü).

Damit wird die *Konvektionskochung*, bei welcher durch die stärkere Beheizung der Mitte hier eher und mehr Dampfblasen entstehen, welche die Würze nach oben reißen, und auch um so schneller an

die Oberfläche kommen, da sie in der niedrigen Würzeschicht geringeren Widerstand finden, mit dem meterhohen Aufbäumen der kochenden Würze in der Mitte der Pfanne Losung und wird gemäß den günstigen Wirkungen Gegenstand lebhaftesten Interesses in der Brauerwelt. (Abb. 96. u. 97.)

Nicht nur, weil die Verdampfung außerordentlich stark beschleunigt wird, sondern auch weil erfolgreich ein neuer Weg beschritten ist, um eine Angleichung an die Feuerkochung anzubahnen und auch in weitgehendem Maße zu erreichen.

c) Gleichzeitig erfährt aber auch die Druckkochung neue Belebung.

Habich studierte sie schon an einer von Gassauer getroffenen, allerdings sehr primitiven Einrichtung. Er kochte bei einer Temperatur von 105°C , und fand, daß die Würze in viel kürzerer Zeit garkocht, als in offenen Pfannen.

Während nun aber die Druckkochbehandlung in Deutschland, und jedenfalls auch in Mitteleuropa überhaupt, das Interesse nicht weiter erregte,

ging man in englischen Brauereien verschiedentlich zu dem Verfahren über.

Erst Gribat und Mummé¹⁾ griffen das Verfahren bei obergärigen dunklen Bieren wieder auf, um Würzen bei einem Druck von $1\frac{3}{5}$ Atü (130°C) stärker zu aromatisieren, und dadurch Biere von stärker karamelisiertem Einschlag herzustellen. Doch auch hier blieben es nur wieder Anfänge, die nicht weitere Fortsetzung erfuhren.

Die allerneueste Zeit ließ nun erst wieder den Blick auf die Druckkochung lenken, die man nun aber, namentlich angeregt durch G. Jakob, vornehmlich für helle Biere anzuwenden begann, und mit Rücksicht auf Verhütung von Zufärbungen auf einen niedrigen Druck einstellen mußte,

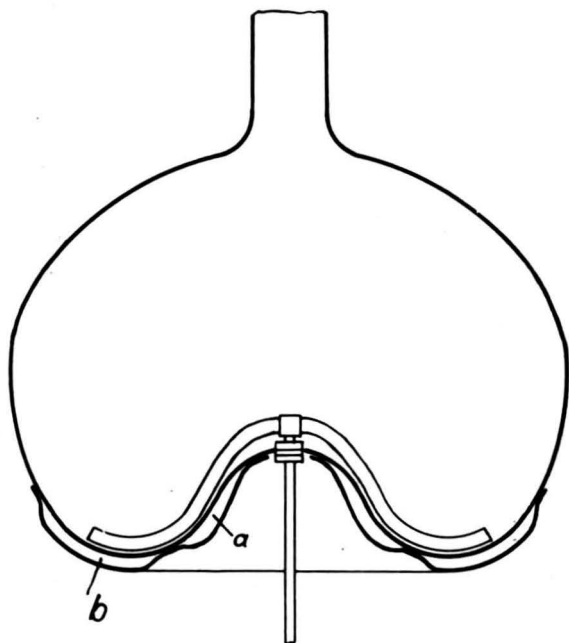


Abb. 97. Würzepfanne (Ziemann)

¹⁾ Gribat, Wochenschrift f. Brauerei 1905, S. 18 und 1914, S. 386; Mummé, Wochenschrift f. Brauerei 1905, S. 98.

und darum auf Temperaturen zurückgeht, wie sie von H a b i c h schon angewandt wurden.

Die Bewegung, seit einigen Jahren erst in Gang gekommen, greift schon weit um sich, und eine Reihe von Brauereien ist dabei, nach dem, besonders von J a k o b vorgeschlagenem Verfahren mit den neuen, jeweils gleich für Druckkochung eingerichteten Hochleistungspfannen, zu arbeiten. Die Erfahrungen sind indes noch nicht umfangreich genug, um zu bestimmten Urteilen zu gelangen. Soweit indes aus den bisher gewon-

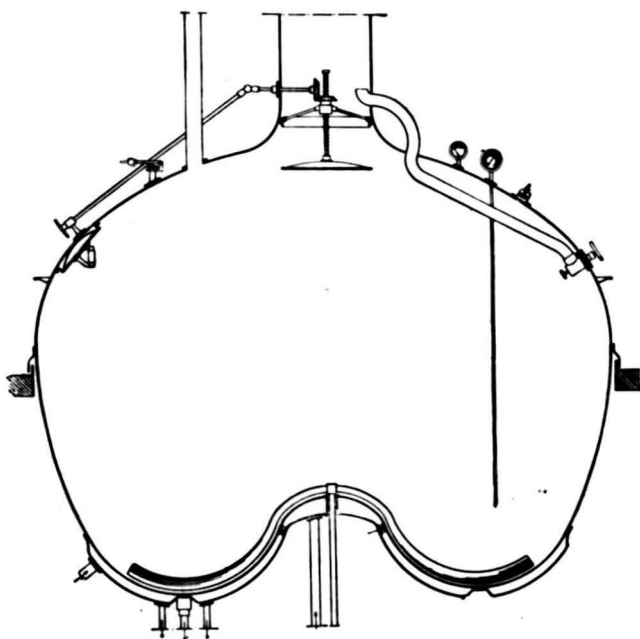


Abb. 98. Pflanne für Überdruck-Kochung (Ziemann)

nen geschlossen werden kann, dürfen sie als günstig bezeichnet werden; — günstig wegen der schnell eintretenden guten Bruchbildung; der Möglichkeit, den Kochprozeß bei richtiger, bzw. ausreichender Bitterung durch den Hopfen abzukürzen, und Brennstoff zuersparen; vor allem auch wegen der Möglichkeit, die Würze stärker zu aromatisieren, und dadurch Biere von kernigerem Geschmack herzustellen. (Abb. 98.)

Voraussetzung für die Abkürzung der Kochzeit, welche ohne und mit Druck insgesamt auf etwa nur je $\frac{1}{2}$ Stunde eingestellt wird, ist natürlich eine derartige Handhabung der Abläuterung, daß nicht viel Nachguß einzudampfen ist. (Anm.)

Anm. Inwieweit die durch die Druckkochung erreichte Ersparnis an Brennstoff als erheblich oder beachtlich oder als gering anzusehen ist, muß der Auffassung der einzelnen Betriebsleitungen überlassen bleiben: Zahlenmäßig ist sie nicht groß.

H. Die Pfannen in Anordnung und Dimensionierung

Die Entwicklung im Braugewerbe hat es bekanntlich mit sich gebracht, daß die anfänglich handwerksmäßige Ausübung nach und nach aus der Handarbeit herauswuchs, einer maschinellen Betriebsführung Platz machen mußte, die bald auch größere und größte Formate verlangte.

So wurde aus dem alten Zwei-Geschirr-Sudhaus, mit dem sog. Einfach-Sudwerk, das Vier-Geschirr-Sudwerk (Doppelsudwerk), sodann das Fünf- und Sechs-Geschirr-Sudwerk, — Anlagen, welche jeweils eine gewisse Geschlossenheit in der Gesamtanordnung darstellten, und als solche von vorherein gleich gebaut werden.

Auch erweiterte man die Einrichtungen durch Einfügung weiterer Geschirre, stellte neben einem bestehenden Einfachsudwerk ein neues Doppelsudwerk auf, oder setzte neben ein altes Doppelsudwerk ein neues Einfach- bzw. Doppelsudwerk, oder reihte gar mehrere aneinander.

Der Maischefilter trat hinzu, und brachte neue Kombinationen in der Anordnung.

Für die Größenmaße, welche anfänglich schrittweise mit der Betriebsvergrößerung gesteigert werden konnten, ergab sich aber die Notwendigkeit, Grenzen nicht zu überschreiten, welche für Läuterbottiche wie für Maischefilter bei einer Schüttung von 170—180 Zentner liegen, für Würzpfannen allerdings bis fast 1000 hl heranreichen können.

Für die Bemessung der Größenverhältnisse hat die Erfahrung im Laufe der Jahre die erforderlichen Unterlagen gegeben, aus denen sich rohformelmäßig die Größe der einzelnen Geschirre der jeweilig in Betracht kommenden Sudeinrichtungsart berechnen läßt.

Beim Einfach-Sudwerk gibt man den beiden Gefäßen etwa die gleiche Größe:

Läuter- und Maischbottichinhalt	=	Zentner Schüttung mal 4(hl)
Maisch- und Würzpfanne	=	„ „ mal 4,2(hl)

Beim Doppel-Sudwerk sind die Größen zu staffeln:

Maischbottichinhalt	=	Zentner Schüttung mal 3,5
Maischpfanne	=	„ „ mal 2,1
Läuterbottich	=	„ „ mal 4
Würzpfanne	=	„ „ mal 4,3

Soweit mir selbst genaue Feststellungen aus der Praxis bekannt sind, bewegt sich die Ersparnis zwischen etwa 3 bis höchstens 6 Pf. je Hektoliter, wenn die Druckkochung mit der kurzen Kochzeit gegen eine normale Kochung mit zweistündiger Kochzeit verglichen wird.

Ob indes bei Verwendung von Hochleistungspfannen und bei dem eingeschränkten Anschwänzwasserbedarf, wie er sich bei dem Verdrängungsverfahren ergibt, nicht auch ohne Druck schon eine kürzere Gesamt-Kochzeit zur ausreichenden Koagulation und Bitterung ausreicht, bleibt noch eine Frage der praktischen Prüfung, die sehr wohl verschiedenenfalls zu einem positivem Ergebnis führen kann und damit eine weitere Verminderung in der Ersparnis zur Folge haben muß.

Beim F ü n f - G e s c h i r r - S u d w e r k sind die Größen:

Maischpfanneinhalt	=	Zentner Schüttung mal 2,1
Läuterbottich I und II	=	„ „ mal 4
Würzepfanne I und II	=	„ „ mal 4,2

Beim S e c h s - G e s c h i r r - S u d w e r k sind die Größen:

Maischpfanneinhalt I und II	=	Zentner Schüttung mal 3,2
Läuterbottich I und II	=	„ „ mal 4
Würzepfanne I und II	=	„ „ mal 4,2

Bei der Dimensionierung der Läuterbottiche wird für eine Schüttung von 10 bis 100 Zentner allgemein eine Höhe von 1400—1600 mm zugrundegelegt, und der Durchmesser so berechnet, daß je Zentner Schüttung eine Läuter-Bodenfläche von 0,28—0,22 qm vorhanden ist.

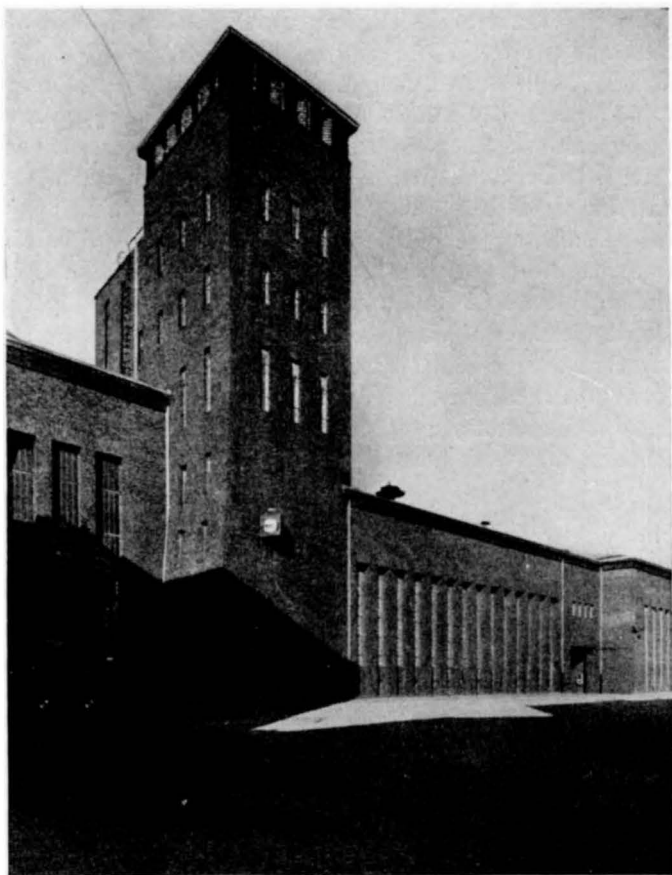


Abb. 99. Neuzeitlicher Sudhausbau

I. Das Sudhaus – Stätte der Schönheit

Kein Betriebsraum in der Brauerei läßt mehr die Möglichkeit zu, und regt mehr dazu an, Raum und Einrichtung ein, den Augen gefälliges Aussehen zu geben, als das Sudhaus, und es zu einem Schmuckstück auszubauen, welches nicht nur dem Raumarchitekten und Maschinenkonstrukteur Gelegenheit zur Entwicklung höchster Kunstformen gibt, das vielmehr, und vor allem auch Zeugnis ablegt von dem hohen Sinn für Kunst und Schönheit, die zu pflegen und zu betätigen, gerade in Brauerkreisen von jeher viel Sinn, Neigung und Opferfreudigkeit bestanden hat.

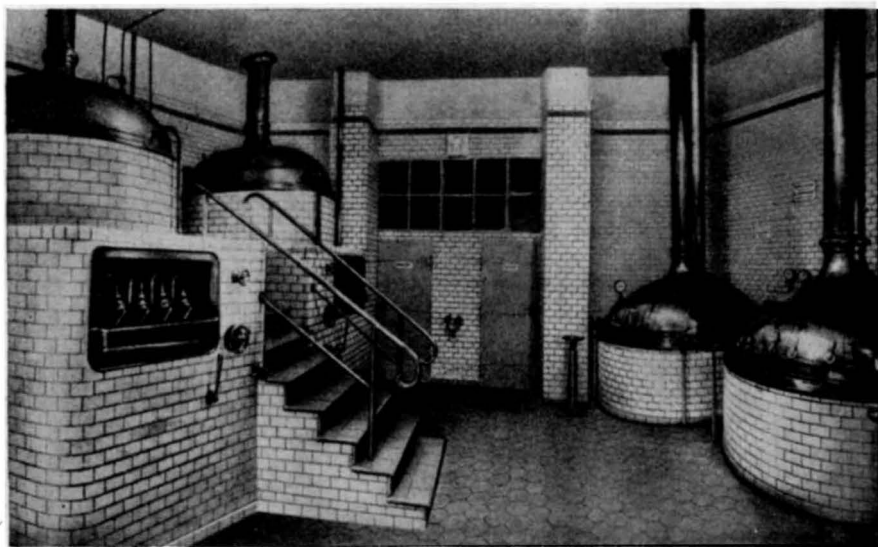


Abb. 100. Doppeltes Läuterbottich-Sudwerk für 10 Ztr. Schüttung (Ziemann)

Die geschlossenen, hochaufragenden Geschirre, die Abschlußhauben mit ihren mächtigen Dunstabzügen, der gediegene, natürlich leuchtende oder mit glänzendem Anstrich versehene Werkstoff der Geschirre, ihr freier Stand im Raum, und ihre symmetrische Anordnung, die Fernhaltung von beweglichen, unruhig wirkenden Maschinenteilen und Getrieben, und die großen Ausmaße der Pfannen, — alles das läßt sich zu Gebilden formen, die einfachste, höchste praktische Zweckmäßigkeit mit Schönheit im Bau und Linienführung vereinigen, und in Räumen unterbringen, die auf das Schönste und Eindrucksvollste ausgestaltet werden können. (Abb. 99 bis 107.)

Und vieler Brauer Stolz und Ehrgeiz ist es, in ihrem Sudhaus ein solches Schmuckstück aufweisen zu können, und ihm auch äußerlich formvollendete imponierende Gestaltung zu geben durch passende bauliche Anlage.

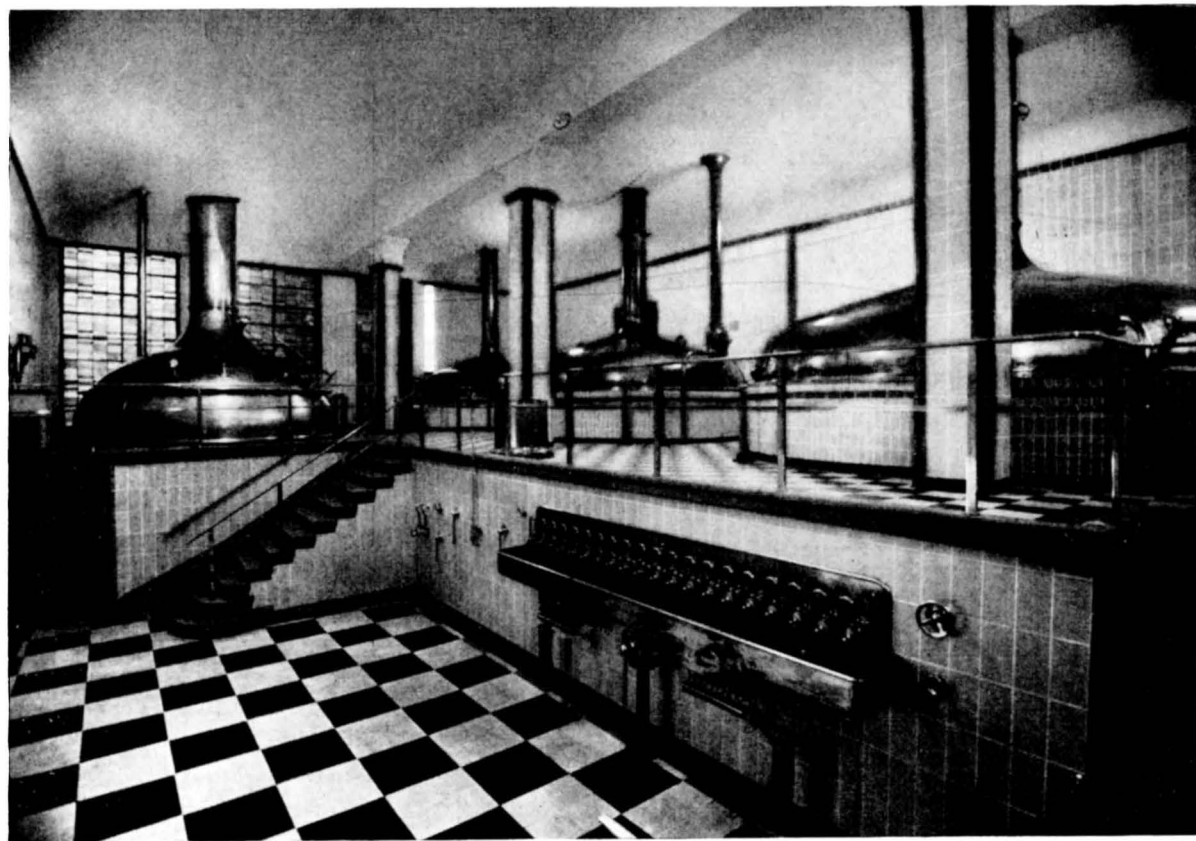


Abb. 101. Vier Geschirr-Sudwerk (Welgel) mit Hochleistungsdruckpfanne.

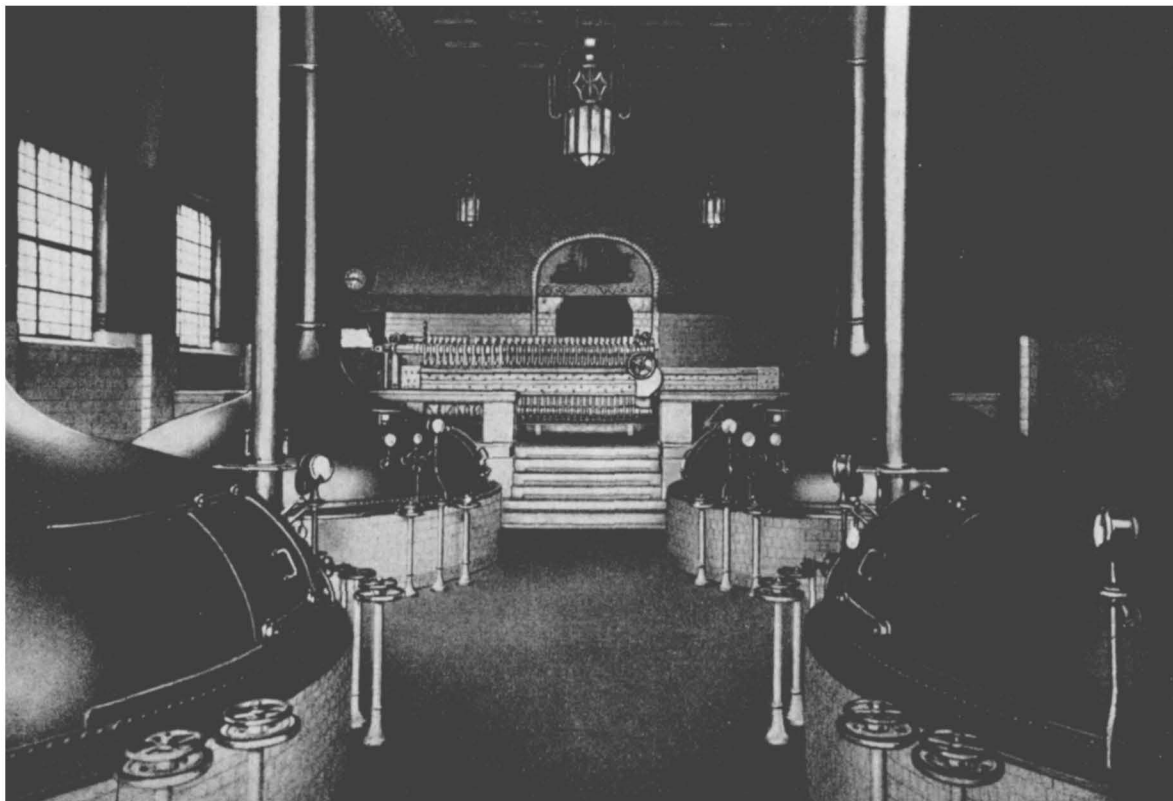


Abb. 102. Malscheffiter-Sudwerk (Mlag)

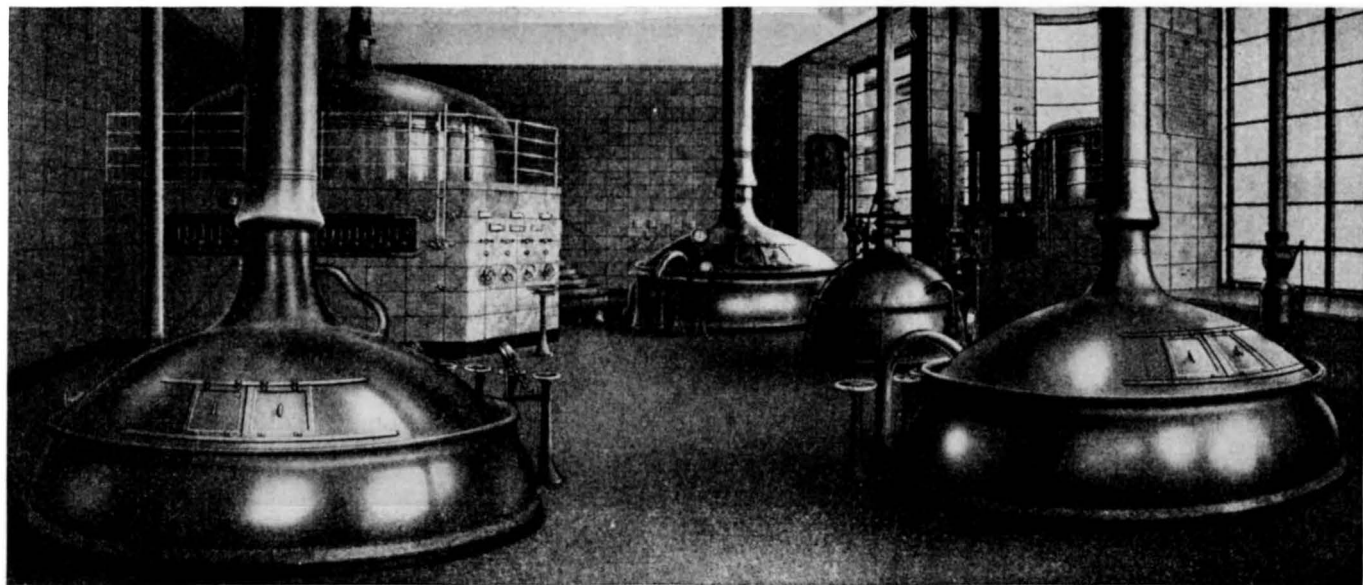


Abb. 103. Vier-Geschirr-Sudwerk (Ziemann) mit Hochleistungsdruckpfanne, 100 Ztr. Schüttung und Versuchssudwerk für 5 Ztr. Schüttung

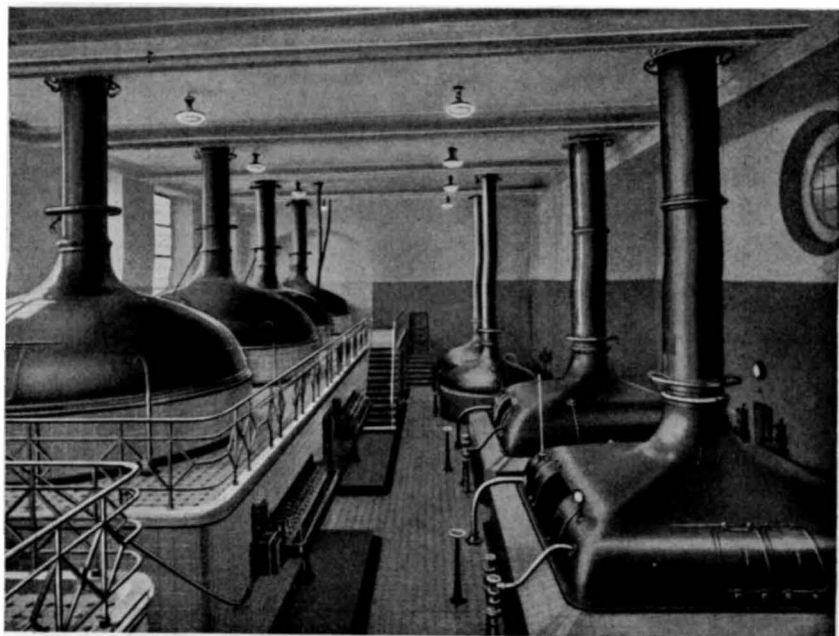


Abb. 104. Zwei doppelte Läuterbottich-Sudwerke für je 80 Ztr. Schüttung (Weigel)



Abb. 105. Sechs-Geschirr-Sudwerk (Ziemann)

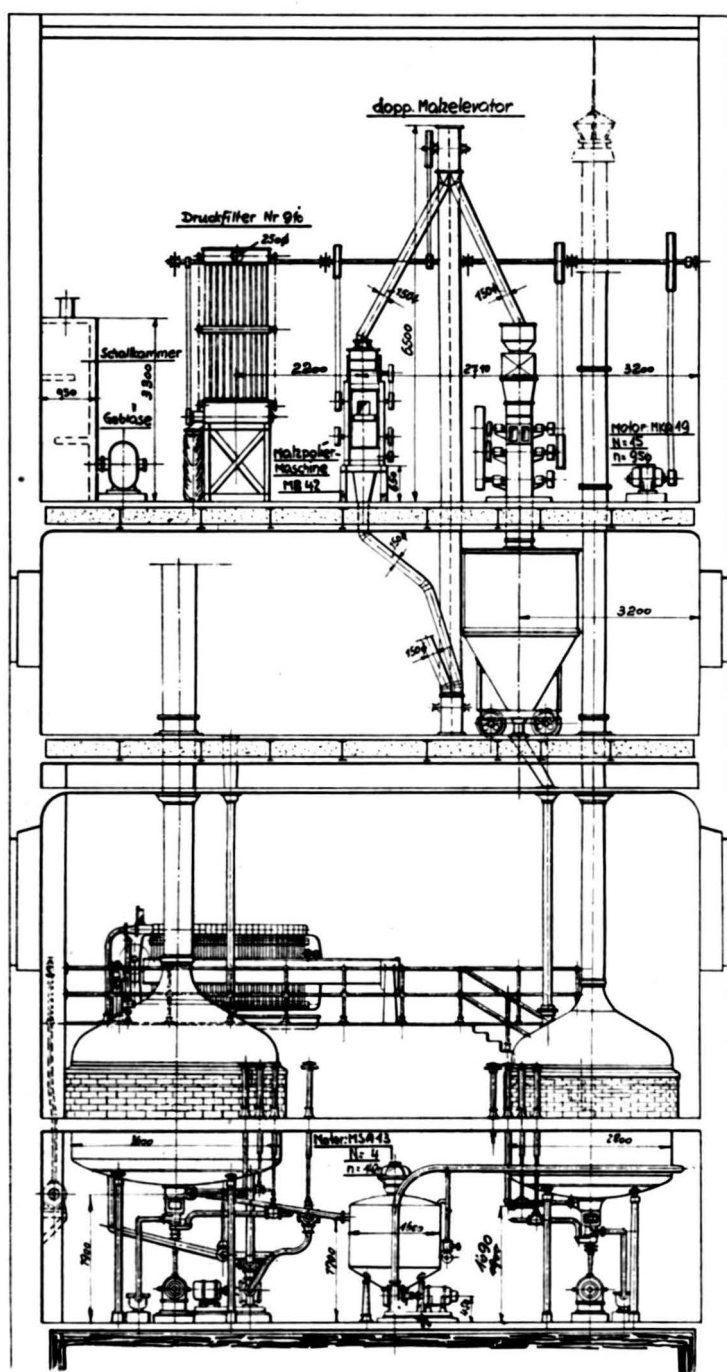


Abb. 106. Neuzeitliche Sudhausanlage mit Schroterel (Zwei-Geschirr-Sudwerk mit Maischefilter, Miag)

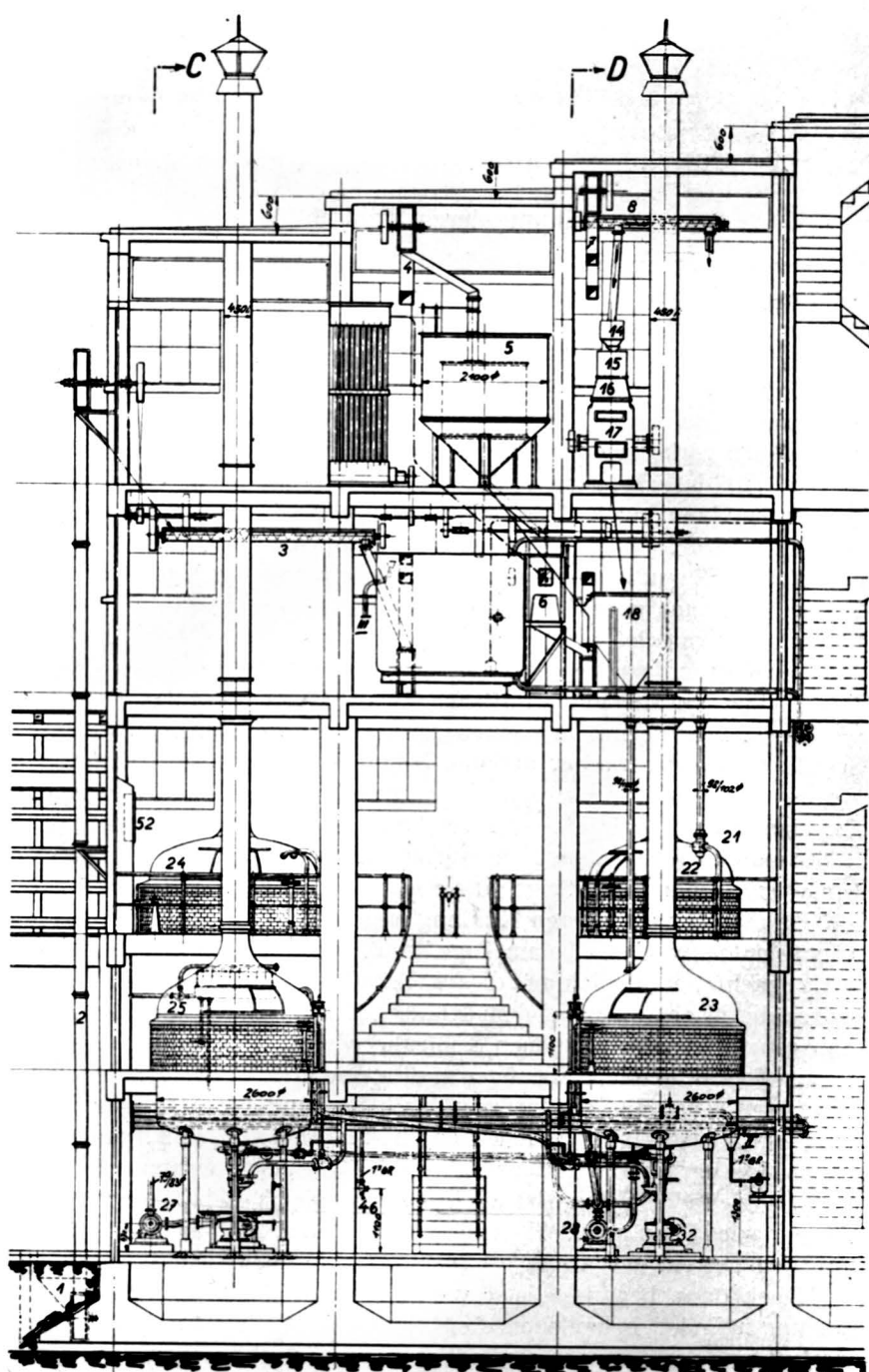


Abb. 107. Neuzeitliche Sudhausanlage mit Schrotterei (Vier-Geschirr-Sudwerk, Miag)

Kapitel IX.

Die Kühlung

A. Kühlschiffe und Kühlschiffersatzbottiche

1. Kühlung durch Kühlschiffe

Früh erkannte man schon, welcher Bedeutung eine möglichst schnelle Kühlung zukommt, und wie wichtig die richtige Unterbringung und Aufstellung des K ü h l s c h i f f s ist.

Die Aufstellung im Sudhaus, welche bei der beschränkten Raumanlage der Brauerei zuerst üblich war, wurde bald als ungeeignet und schädlich erkannt, da man in ihr mit recht schon eine große Gefährdung durch das vielfach vorkommende Sauerwerden des Bieres vermutete.

Es galt deshalb, dem Kühlschiff einen besonderen, vom Sudhaus getrennten Raum zuzuweisen, wo die Würze nicht mehr der zeitweiligen Bruttemperatur, dem Malzstaub und dem Tropfwasser von der Decke ausgesetzt ist. Es mußte aber auch ein Raum sein, welcher gegen Regen und Schnee, wie auch gegen direkte Sonneneinwirkung geschützt war, und Lüftung nur von Osten und Westen zuließ.

Zur notwendigen, schnellen Kühlung gab man den Schiffen eine niedrige Höhe, um die Würze in flacher Schicht von 10—15 cm zu halten.

Man baute sie nur in kleinen Ausmaßen, so daß meistens mehrere Schiffe notwendig waren, um die Würze eines Sudes unterzubringen. Waren es nur zwei, so stellte man sie entweder nebeneinander, oder auch übereinander auf, waren es mehrere, die man bis auf fünf ausdehnte, so stellte man sie auch wohl stufenartig auf, so daß die Würze nach und nach von einem zum anderen Schiff abgezogen werden konnte.

Da man der schnelleren Kühlung wegen nicht die Tage, sondern die Nächte nutzen wollte, also am Tage braute, und den Sud bis zum Abend fertig machte, ergab sich aus dieser Einteilung von selbst, daß man die Würze die Nacht über auf dem Kühlschiff stehen ließ. Und so konnte man ganz allgemein von einer Kühlruhe von 12 Stunden sprechen, die notwendig war, aber auch genügen mußte, und nicht überschritten werden sollte, weil sonst eine Gefährdung durch Säuerung eintreten könnte.

Noch baute man die K ü h l s c h i f f e aus Holz, und selbst in den dreißiger und vierziger Jahren des vorigen Jahrhunderts findet man sie vielfach in den Brauereien vor, obgleich sich schon führende Männer wie P a u p i e, H e r m b s t ä d t u. a. für das eiserne ausgesprochen hatten.

Doch dann begann das m e t a l l e n e K ü h l s c h i f f schnell Eingang zu finden, bei welchem die Kühlung nicht allein durch die Wärmeausstrahlung der Würze in die Luft und die starke Verdunstung, sondern

auch noch durch die Wärmeausstrahlung des wärmeleitenden Kühlschiffbodens bewirkt wird.

Bald findet man auch in den Extrakten von Galläpfeln, in Hopfensuden, in weingeistigen Lösungen von Harz die Mittel, um die bei der anfänglichen Benutzung der eisernen Schiffe auftretenden Schwarzfärbungen der Würze zu unterbinden.

Die Kühlwirkung suchte man durch besondere Mittel noch zu verstärken.

Das meistens angewandte war das **Aufkrücken** mit durchlöcherten Krücken, die man durch die Würze hin- und herzog, und oft erst beiseitelegte, wenn die Würze völlig abgekühlt war.

Das Krücken hatte aber nicht nur diesen Vorteil. Was man besonders darin schätzte war, daß die Würze dadurch vollständig aufklärte, so daß sie blank vom Schiff abgezogen werden konnte. Im Unterschied zu der nicht aufgekrückten, welche trüb ablief.

Das Aufkrücken konnte aber auch leicht übertrieben werden, wie den alten Brauern wohl bekannt war. Dann bildete sich mit zunehmender Aufkrückzeit ein immer stärkerer, mit Hopfenbitter angehäufter Schaum, der, wie **Scharyl** treffend ausführt, auf der Würze wie der Pelz auf dem Fuchs liegt, die Wärmeausstrahlung und Verdunstung hemmt, und die Kühlung anstatt zu beschleunigen, verlangsamt. **Scharyl** wandte sich deshalb auch von der Methode des Aufkrückens ab, und brachte die Würze anstatt in 10 cm hoher Schicht, in einer Schicht von 16—18 cm auf die Kühle, und erreichte trotzdem schnellere Kühlung als bei niedriger Schicht mit Aufkrücken.

Den Einwänden seiner Fachgenossen konnte **Scharyl** damit entgegentreten, daß er durch seine Arbeitsmethode ein ebenso klares, ja noch klareres Bier in die Lagerfässer schlauchte, und damit bewies, daß die Trübungen, welche bei Nichtanwendung des Aufkrückens in der kalten Würze vorhanden sind, nachträglich durch die Gärung beseitigt werden.

Die Abkühlung zu beschleunigen, reicht die natürliche Belüftung und das vorsichtige Aufkrücken allein nicht aus. So schlug man noch andere Wege ein.

Man greift zu künstlicher Luftzuführung durch Anwendung von **Windflügeln** und **Ventilatoren**, läßt durch **Kühlräder**, welche mit durchlöcherten Schaufeln versehen sind, die Würze bewegen, macht auch die Schaufeln hohl, und leitet Wasser hindurch.

Vorschläge gehen sogar dahin, Kühlschiffe etagenförmig in einem Kühlturm einzubauen, und sie mit doppeltem Boden zwecks Durchleitung von Wasser zu versehen.

Die Verwendung von kaltem Wasser zwecks beschleunigter Kühlung setzt in primitiven Anlagen ein.

Kupferne Kühlrohre werden horizontal in Zickzack auf das Schiff gelegt, und kühlen durch das hindurchgeleitete Wasser.

Man setzt auch ein aus Kupfer gefertigtes Schiff in ein anderes hölzernes, das mit Wasser gefüllt ist, bzw. von Wasser durchflossen wird, oder man leitet die Würze durch ein Kupferrohr, das in einem Bottich vertikal im Zickzack oder in Schlangenwindungen verlaufend, angebracht ist, und kühlt mit Wasser, das unten in den Bottich eintritt und oben abfließt.

Der Berieselungskühler entsteht.



Abb. 103. Neuzeitliches Kühlschiffhaus mit Decke aus Holztäfelung

Aber das Kühlschiff bleibt, obgleich Erfindung auf Erfindung, in die Hunderte gehend, entsteht, welche die Kühlung und die Trubabscheidung in anderer Weise durchzuführen suchte.

Es wich nicht anderen Apparaten und Methoden, wie sie auch waren, die wohl verschiedentlich an Stelle des Kühlschiffs getreten sind.

Das Kühlschiff ist seiner Bestimmung als Vorkühlanlage und Abscheidungsstätte für den Heißtrub erhalten geblieben.

Wie zu alten Zeiten baut man es auch noch gleich flach, und bevorzugt des schnelleren Kühlens und festeren Absetzens wegen, eine Würze standhöhe von etwa 15—20 cm.

Selbst an dem Aufkrücken hat man verschiedentlich, bis in die letzte Zeit festgehalten, und sucht es auch wieder als eine wichtige

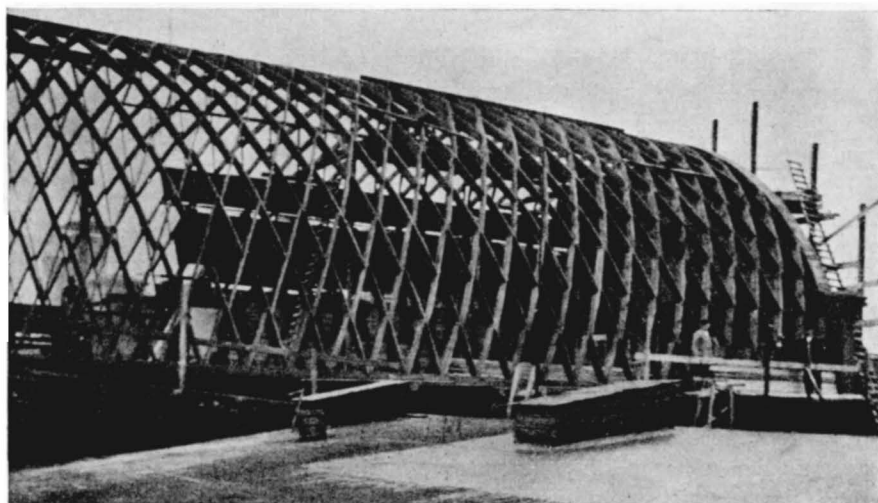


Abb. 109. Gerüst eines neuzeitlichen Kühlschiffhauses

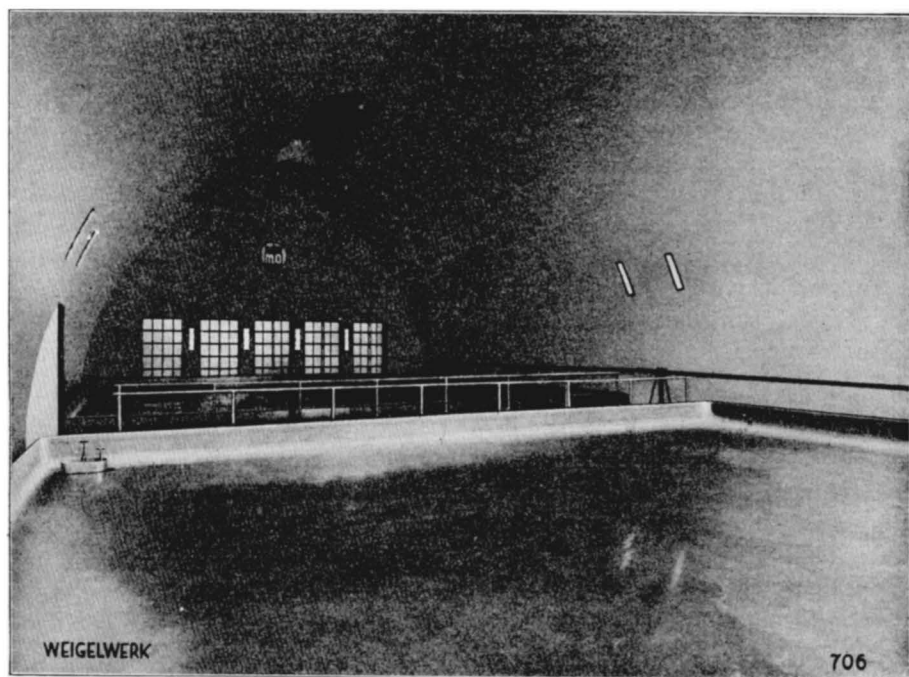


Abb. 110. Neuzeitliches Kühlschiffhaus

Maßnahme, durch welche die Trubabscheidung gefördert und erhöht wird, der Praxis anzuraten.

Welche Bedeutung man dem Aufkrücken zugemessen hat, wird auch daraus ersichtlich, daß man dazu nicht allein sich der Handkrücke bediente, sondern es auch mechanisch zu betreiben suchte, wie u. a. aus einer Konstruktion von Wagner, Kirchentellingsfurt (1914) hervorgeht, nach welcher die an einer Stange befestigten Krücken um 180° pendelnd bewegt, und mittels Kettenzügen von einem zum anderen Ende des Kühlschiffs geführt werden, wo sie dann selbsttätig umkehren.

Im Laufe der Jahre ist das Kühlschiff natürlich auch in Material, Aufstellung und räumlicher Unterbringung den jeweils für notwendig befundenen technischen Anforderungen angepaßt worden. Auf Füßen ruhend auf zementiertem festem Boden, oder auf freiliegenden eisernen Trägern aufgestellt, muß es nicht nur den arbeitstechnischen und betriebs-technischen höheren Ansprüchen angepaßt werden, sondern ganz besonders durch geeignete räumliche Unterbringung, welche früher reichlich stark vernachlässigt worden war, den biologischen Anforderungen gerecht werden.

Die alten Unterbringungsstätten mit dem freistehenden Ziegeldach, Holzbalken, Trägern und Sparren, und hölzernen Jalousien, mußten dem glatten Aufbau, für den man fast allgemein Zement wählte, weichen. Anstatt der Holzjalousien sind dichtschießende Fenster getreten. Der Wrasen findet keine Gelegenheit mehr, als Kondenztropfen auf das Kühlschiff zu fallen; er kann entweder an den Wänden herunterrieseln, oder findet überhaupt keine Gelegenheit mehr, sich zu verdichten, wie es durch besondere Isolation der Kuppelwölbung erreicht wird. (Abb. 108—110.)

So macht der Kühlshipfraum mit seinen weiten, hohen Ausmaßen, und mit dem Schwung der Linienführung des kuppelartigen, oder wie es z. B. auch vorkommt, kalebassenartig hochgeführten Aufbaus, einen imponierenden Eindruck.

2. Kühlung durch Kühlschiffersatzbottiche¹⁾

Durch die Arbeiten Pasteurs erfuhr die Frage der Kühlung, die Benutzung des Kühlschiffs und von Kühlapparaten, neben der brau- und kühltechnischen Seite, noch eine andere Beleuchtung.

Die biologische Seite wurde scharf in den Vordergrund gerückt, und die offene Kühlung unter freiem Zutritt der Außenluft als eine große Gefahr für Würze und Bier durch das Zutragen schädlicher Mikroorganismen hingestellt.

¹⁾ R. Heinzelmann, Wochenschrift f. Brauerei 1912 Nr. 2—17.

Eine zusammenfassende, geschichtliche Darstellung der Erfindungen auf dem Gebiete der Kühlung der Würze.

Das Kühlschiff wurde für ungeeignet befunden, und zur Kühlung der Kühlbottich als *Kühlschiffersatz* angeraten.

Pasteur selbst (1873) konstruierte den ersten Kühlbottich, in welchem die Würze, durch sterile Leitung zugeführt, durch Berieselung von Deckel und Wänden gekühlt wurde, während keimfreie Luft in den geschlossenen Bottich zuströmt.

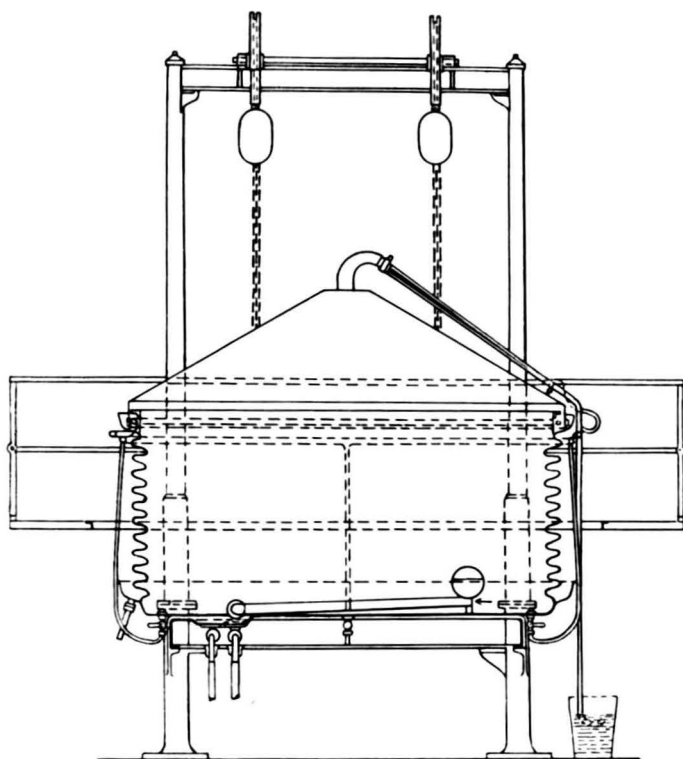


Abb. 111. Kühlschiff mit gewellten Wänden (Ergang)

Velten, Marseille, wendet als erster den geschlossenen Kühlbottich an, in welchem die Würze durch *Kühlschlangen* gekühlt, und keimfreie Luft durch ein am Boden befindliches Rohr eingeblasen wird.

Jakobsen, Altkarlsberg-Kopenhagen, folgt 1885 mit der Aufstellung eines gleichen mit Wasserverschlußdeckel versehenen Bottichs. Die Würze wird während der Kühlung durch einen Propeller in Bewegung gehalten.

F. Ergang, Magdeburg (1889) baut einen Kühlapparat, dessen Wände gewellt sind, und über die außen das Kühlwasser herabfließt.

Durch mehrere Düsen wird sterile eiskalte Luft eingeblasen, welche gleichzeitig die Würze durchmischt. (Abb. 111.)

Vorschläge gehen auch dahin, die üblichen Berieselungskühler mit einer druckfesten Haube zu umschließen, und keimfreie Luft einzublasen.

Statt den Kühlapparat zu überhauben, geht die Idee der Maschinenfabrik Humboldt, Kalk, dahin, das Kühlschiff zu überhauben,

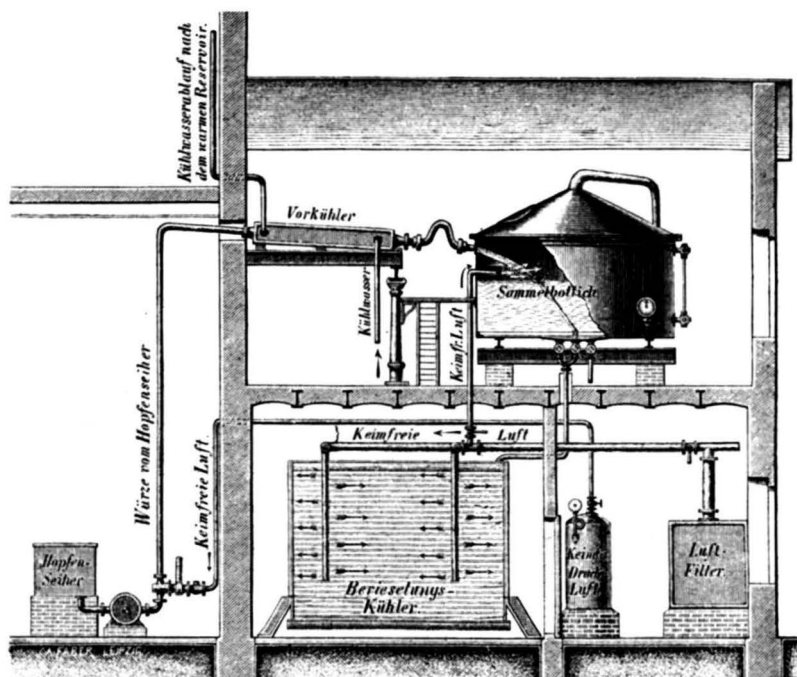


Abb. 112. Kühlschiffersatzbottich (Leugering)

und die Kühlschiffwürze schon mit keimfreier Luft zu belüften — eine Idee, welche später in den Delbag-Anlagen vielfach praktische Anwendung findet.

Von den vielerlei Konstruktionen von Kühlbottichen (Kühlschiffersatzanlagen) hebt sich die Leugering'sche (1892) wesentlich ab. (Abb. 112.)

In Nachahmung des schnellen Temperatursturzes, welchem die Würze ausgesetzt ist, wenn sie vom Hopfenseiher auf das Kühlschiff gepumpt wird, soll die Würze auf dem Wege zum Kühlbottich ebenfalls einer schnellen Abkühlung unterworfen werden, und entweder vorher schon mit keimfreier Luft belüftet werden, die gleich hinter der Heißwürzepumpe eingeblasen wird, oder erst nach der Vorkühlung beim Herüberfließen über ein schirmartiges Sieb im Sammelbottich selbst.

Die schnelle Abkühlung soll bis auf 50°C erfolgen, was für eine schnelle Eiweißausscheidung, und damit für ein schnelles Trubabsetzen, wie für Verhinderung von Nachdunkeln von Wert ist. Auch sollen sich die Nachteile, welche bei langer heißer Lüftung in der Bildung von rauhem, hartem, strengem Geschmack, und einer Geschmacksleere auftreten, vermeiden lassen. Daß diese Auffassungen zutreffen, haben die Erfahrungen bewiesen.

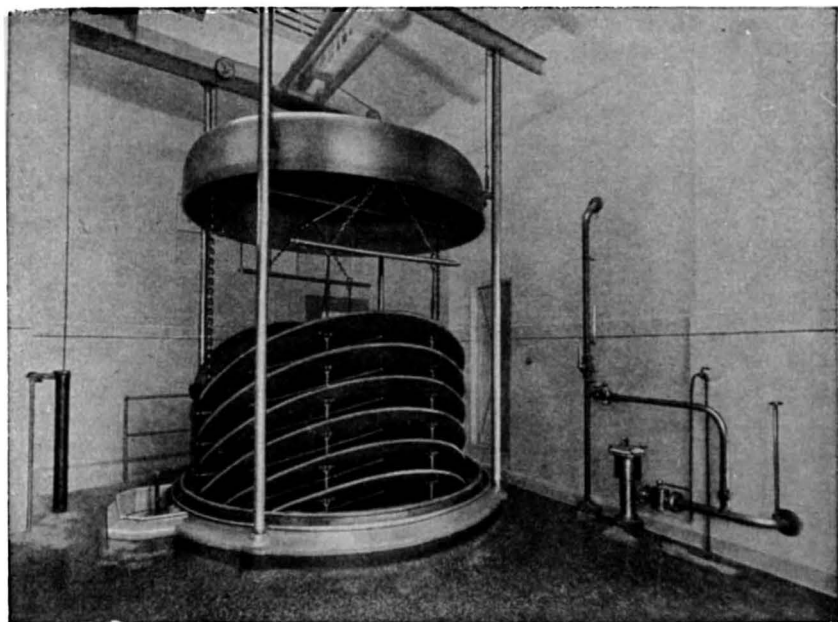


Abb. 113. Nathan-Setzbottich

Das Kühlschiff vollständig auszuschalten, bezweckte die Maschinenfabrik Grevenbroich 1896, durch ihr Würzeumlaufverfahren mit Kühlung.

Im oberen Teil des Setzbottichs ist der Berieselungskühler angeordnet. Die über den Kühler fließende Würze wird im Kreislauf wiederholt zurückgepumpt, und sammelt sich dann im unteren Teil des Bottichs; nachdem sie sich gesetzt hat, wird sie durch Schwimmer von oben abgezogen, und im Kreislauf wieder über den Kühler geleitet, bis sie völlig abgekühlt ist.

Ein Würzeumlaufverfahren mit Kühlung und Trubabsetzung stellt auch das Nathan-Verfahren dar. (Abb. 113.)

Die heiße Würze, welche mit ihrem ganzen Gehalt an Heißtrub in den Setzbottich ausgeschlagen wird, wird nach Beendigung des Ausschlagens vermittle des Schwimmers oben wieder abgezogen, über den Kühl-

apparat geleitet, und als gekühlte Würze von unten wieder in den Setzbottich hineingedrückt, wo sie infolge ihres höheren spezifischen Gewichtes unterhalb der nach und nach abgezogenen heißen Würze liegen bleibt.

Die von oben abgezogene heiße Würze ist frei von Heißtrub, welcher sich schnell auf den flachen Schalen abgesetzt hat.

Nachdem die kalte, durch Ausscheidungen wieder getrübte Würze, in den Setzbottich zurückgeführt ist, werden die Platten, auf welchen der Heißtrub zur Ablagerung gekommen ist, hochgezogen, wobei sich nun Grob- und Feintrub durchmischen, und der Grobtrub den feinen Kühltrub mit zu Boden reißt, so daß nach einiger Zeit der Ruhe (1—1½ Stunden) die kalte Würze vollständig klar abgezogen, und in den Gärbottich geleitet werden kann.

Das Kühlschiff wird auch dann völlig ausgeschaltet, auch der Kühlschiffersatzbottich wird überflüssig, wenn bei Verwendung des Läuterbottichs als Hopfenseiher oder bei Benutzung von Läuteranlagen, welche ebenfalls neben den Hopfentrebern auch den Heißtrub zurückhalten, heiße klare Würze dem Kühlapparat zufließt. Dann genügt ein einfacher Sammelbottich ohne besondere Kühl- und Lüftungseinrichtung, über den die Würze direkt dem Kühlapparat zugeführt wird. Selbst dieser Bottich könnte noch fortfallen, wenn die Kühlanlage imstande ist, die Ausschlagwürze in dem Maße abzukühlen, wie sie zuläuft.

In dem Greinerschen Verfahren ist nicht nur diese Idee praktisch geworden, sondern auch in Verbindung mit dem Umlaufverfahren die Gewinnung klarer, kalter Würze.

3. Die Belüftung der Würze

a) Die Bedeutung der Sauerstoff-Aufnahme

Die Würze nimmt von dem Zeitpunkt an, wo sie ausgeschlagen wird, bis zu der Zeit, wo sie in den Gärbottich eingelassen ist, durch Berührung mit der Luft Sauerstoff auf.

Die Aufnahme ist teils ein reinmechanischer Lösungsvorgang, teils führt sie zu chemischer Bindung. Sie wird durch Bewegung, Schüttlung usw. beschleunigt.

In der Kälte ist die chemische Bindung gering, während eine Sättigung mit dem löslichen Sauerstoff bei lebhafter Bewegung schnell eintreten kann. In der Wärme vollzieht sich die chemische Bindung schnell, besonders auch dann wieder, wenn starke Bewegung, intensive Belüftung damit verbunden ist. Die größten Mengen werden bei 88—90° C aufgenommen. (Pasteur.)

Starke Bewegung und Lüftung trifft besonders für die über Berieselungskühler herabfließende Würze zu, die, so lange sie in heißem Zustand herunterfließt, in ausgiebigstem Maße Gelegenheit findet, große Mengen

von Sauerstoff chemisch zu binden. Die Bindung ist größer als bei Würzen, welche auf dem Kühlschiff zur Abkühlung kommen, zumal wenn sie in Ruhe verbleiben.

Um auch bei der Kühlschiffwürze eine reichliche chemische Bindung herbeizuführen, muß sie in dünner Schicht und möglichst lange liegen bleiben.

Während des Würzelaufs, selbst im kalten Zustand, zum Gärbottich, findet nach P a s t e u r noch reichliche Aufnahme an löslichem Sauerstoff statt, die so erheblich ist, daß letzten Endes fast kein Unterschied in der Höhe des gelösten Sauerstoffgehaltes bei der im Gärbottich befindlichen Würze besteht, wie auch die Art der Kühlung und der Unterschied in der chemischen Bindung ist ¹⁾).

Die stärkere chemische Bindung regt nach P a s t e u r die Gärung stärker an, wirkt günstiger auf die Klärung im Bottich und Lagerfaß. Sie bringt vor allem die Hopfenharze zur Verflokkung.

Im Unterschied zu der Wirkung des chemisch gebundenen Sauerstoffs wird der Einfluß des mechanisch gelösten darin gesehen, daß er die ersten notwendigen Bedingungen für Wachstum und Ernährung der Hefe schafft, wobei er nach kurzer Zeit schon (innerhalb 8—20 Stunden) aufgebraucht wird.

Auch J ö r g e n s e n ²⁾ stellte fest, daß Würzen, die in heißem Zustand stark gelüftet werden, schneller angären, eine schnellere Bottichklärung und besseren Glanz im Schlauchbier geben als kalt gelüftete, daß aber schließlich die kalt gelüftete den Vorsprung der anderen annähernd einholt und im Vergärungsgrad nur wenig hinter ihr zurückbleibt.

— Den Hemmungen, welche die flockigen, bei der Kühlung durch den Kühlapparat entstehenden Verballungen auf die Gärtätigkeit der Hefe ausüben, wirkt die stärkere Sauerstoffbindung (R e i c h a r d ³⁾) entgegen, gleicht sie nicht nur vollständig aus, sondern bewirkt darüber hinaus noch stärkere Anregung der Gärung und höhere Vergärung, als es bei Würzen der Fall ist, die nur Kühlschiff gekühlt sind, und statt der flockigen Ausscheidungen nur Einzelpartikelchen aufweisen, obgleich diese keinen hemmenden, sondern im Gegenteil einen fördernden Einfluß auf den Vergärungsgrad ausüben.

Die Ursache für die Verflokkung der bei der Kühlapparatkühlung auftretenden Ausscheidungen sieht R e i c h a r d in einer in gequollenem Zustand in der Würze vorhandenen Substanz, welche vermutlich in dem

¹⁾ R e i c h a r d fand in der nur auf dem Kühlschiff abgekühlten Würze im Mittel 3,83 cem gelösten Sauerstoff, bei der durch den Berieselungskühler gekühlten 3,65 cem im Liter, während bei voller Sättigung bei 5° C ein Gehalt von 5,9 cem vorhanden war.

²⁾ J ö r g e n s e n, Zeitschrift f. ges. Brauwesen 1890, Nr. 4.

³⁾ R e i c h a r d, Zeitschrift f. ges. Brauwesen 1891, Nr. 23.

Gerstengummi Lintners gegeben ist, und bei der schnellen Kühlung zum Verkleben kommt.

In eingehender Weise beschäftigt sich auch Reinke¹⁾ mit der Sauerstoffaufnahme der Würze. In den heißen Würzen fand er noch keinen gelösten Sauerstoff, in Würzen, die schon auf 90, und noch weiter herunter bis auf 60° C abgekühlt worden waren, auch nur erst geringe Mengen, dagegen in den Gärbottichwürzen einen Gehalt von 3—4 ccm im Liter, wie auch von Reichard gefunden worden war.

Reinke untersuchte nicht nur Kühlschiffwürzen, sondern auch Würzen von Kühlschiffersatzbottichen verschiedenster Systeme (Germania, Ebert, Ergang, Zentrifugen usw.). Er warnt vor übermäßig heißer Lüftung, da die Würze dann Oxydationen ausgesetzt sei, welche Zufärbungen erzeugen und Körperumwandlungen zur Folge haben, die den Bieren einen strengen, harten, unter Umständen auch leeren Geschmack verleihen.

Die Lüftungsfrage wird u. a. auch von Briant²⁾ studiert, welcher fand, daß durch heißes Lüften bei 80—94° C eine Zusammenballung und weitgehende Ausscheidung der Hopfenharze und von Eiweißkörpern nicht allein in der Würze, sondern auch im Bier stattfindet, so daß eine schnellere Klärung eintritt. Ein zu starkes Lüften hält aber auch er für nachteilig.

Das Lüftungsproblem ist nun mit mehr oder weniger Unterbrechungen Diskussionsthema bis in die allerjüngste Zeit.

b) Die Belüftung in biologischer Hinsicht

Trat nach den anfänglichen Erörterungen der chemischen und physiologischen Bedeutungen die biologische Frage mehr in den Hintergrund, so entwickelte sich diese doch nach und nach zu der am meist umstrittenen.

Die sterile Lüftung wurde Lösung.

Das Kühlschiff wurde wegen der Gefährdung der Würze durch Luftkeime in den Bann getan. Der Kühlbottich mit steriler Belüftung sollte an seine Stelle treten. Schon war auch unter dieser stimmungsmäßigen Einstellung System auf System entstanden, und in den verschiedensten Brauereien zur Aufstellung gekommen.

Auch der Innenkühler, den man anfänglich abgelehnt hatte, da er eine Belüftung nicht zuließ, war wieder zum zeitgemäßen Apparat erhoben worden. Allerdings nur in amerikanischen Brauereien, wo er teils ohne, teils mit Belüftungseinrichtung erfolgreich Anwendung fand.

Auf dem Kontinent konnte sich die Innenkühlung nicht durchsetzen. Sei es, daß bei den ohne Lüftung arbeitenden Apparaten die für notwendig gehaltene Lüftung entbehrt werden mußte, sei es, daß man bei den mit Lüftung arbeitenden Apparaten die Lüftung in Art und Menge nicht für

¹⁾ Reinke, Wochenschrift f. Brauerei 1893, S. 816.

²⁾ Briant, North of England Inst. of technic. Brewing nach Wochenschrift f. Brauerei 1894, S. 158.

ausreichend hielt. Sei es, daß man eine größere Infektionsgefahr wegen unzureichender Kontrolle der Reinigung, und unzureichender Sterilisierung der Rohre fürchtete. Bedenken in letzterer Hinsicht waren, nach den in der Literatur vorliegenden Angaben, nicht unbegründet, sofern die Apparate aus eisernen Rohren hergestellt worden waren, wie es vielfach der Fall war. Hier gaben unvermeidliche Unebenheiten und Risse im Innern der Rohre leicht Veranlassung zur Bildung von Infektionsherden, die sich der Sterilisation entzogen, während bei kupfernen Rohren, da sie sich glatt ausziehen lassen, eine solche Gefahr nicht zu fürchten war.

Die Erfahrungen mit den Kühlschiffersatzbottichen waren nun aber, wie sich im Laufe der Jahre herausstellte, doch nicht so günstig, als es wohl anfänglich zu sein schien.

Hier und da und dort hatte man Anstände zu machen.

Teils war es die Trubfrage, welche Schwierigkeiten bereitete. Der Trub setzte sich nicht ausreichend, und auch nicht fest genug im Bottich ab. Beim Würzelauf wurde er zum Teil mitgezogen. Es blieb auch viel Würze im Trub zurück. Trubsäcke und Trubpressen wurden übermäßig beansprucht. Die großen anfallenden Mengen von Trubwürze waren unbequem, und die großen Mengen mitgerissenen Trubs für Hefe und Gärung unerwünscht und nachteilig.

Teils war es auch Qualitätsfrage, welche entscheidenden Einfluß hatte.

Bei der hohen Würzeschicht war eine schnelle Abkühlung nicht, bzw. nicht immer durchführbar. Die Folge war unerwünschte Nachlösung von Bitterstoffen, welche dem Biere einen herben und harten Geschmack verliehen.

4. Das neue Kühlschiffhaus und die Belüftungsfrage

a) So kam man nach und nach wieder von dem Kühlbottich ab, und zum Kühlschiff zurück, dem nun mehr und mehr wieder die alte überragende Bedeutung zugesprochen wurde.

Das hatte aber nur möglich werden können durch die Umgestaltung des alten Kühlschiffhauses, wie auch durch die Einführung der sterilen Belüftung. (Abb. 114.)

Der Dachaufbau mußte vor allem zweckentsprechender Umgestaltung unterzogen werden. Die Trägerkonstruktionen mit den Bindern, namentlich die aus Holz, mußten fallen. Eine Kuppel- oder Schiffsform mußte an die Stelle treten, damit keine Tropf- und Schmutzstellen entstehen, und das Kondenswasser an den glatten Wänden herunterfließen kann, oder Kondenswasserbildung überhaupt durch entsprechende Isolierung der Wände verhindert wird.

Die Holzjalousien mußten entfernt werden, welche zu den gefährlichsten Keimzuträgern gehören, da sie die aufrallenden Luftkeime in großer Zahl festhalten, wenn sie feucht sind, sie aber leicht wieder abgeben,

wenn sie durch Luft und Sonne wieder trocken werden, und der Wind darüberfegt.

Das Kühlschiffhaus mußte durch verschließbare Fenster gegen zuströmende keimhaltige Außenluft geschützt werden.

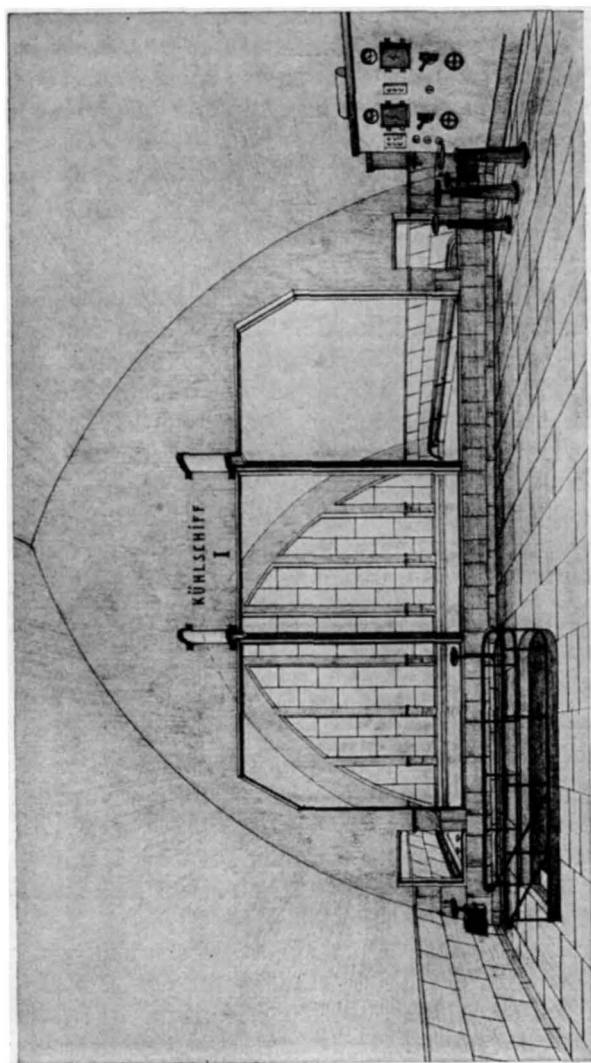


Abb. 114. Abgeschlossene Kühlschiffanlage mit äußerem Bedienungs- und steriler Belüftung (Delbag)

b) Den Wrasen über dem Kühlschiff bei ruhiger Luft festhalten, bedeutet dann noch einen weitergehenden Schutz. Er bildet mit den ständig nachströmenden Wasserdämpfen ein dichtes Polster, welches die Keime abwehrt.

Je mehr nun aber das Bestreben dahin ging, die Sterilität der Würze auf dem Schiff voll zu sichern, bis sie abgezogen ist, um so mehr mußte man von der Belüftung durch die von außen zuströmenden Luft absehen.

Ist die Wrasenbildung an sich schon ein weitgehender

Schutz, so er-

reicht man ihn auch noch bei den neuzeitigen Anlagen durch die Hohlstellung des Schiffs über dem Kühlapparatenraum, von dem aus die Frischluft zuströmt.

Aus feuchten Räumen kommend, ist sie keimarm, und da sie an den Schiffborden vorbei an den Wänden des Kühlschiffraums in die Höhe

steigt, und von der heißen Würze aus die Wrasenentwicklung einen Puffer gegen die Zuströmung bildet, wird dann auch eine Zuführung von Keimen in die Würze verhindert.

c) Noch sicherer ist natürlich die sterile Belüftung¹⁾, welche früh schon von der Maschinenfabrik Humboldt, Kalk, unter Anbringung einer geschlossenen Überhaubung vorgesehen worden war, aber erst in letzter Zeit in dem Brautechnik-Deibag-Verfahren praktische Lösung und Anwendung fand.

Die bei diesem Verfahren angewandte Entkeimung der Luft erfolgt, gleich wie bei

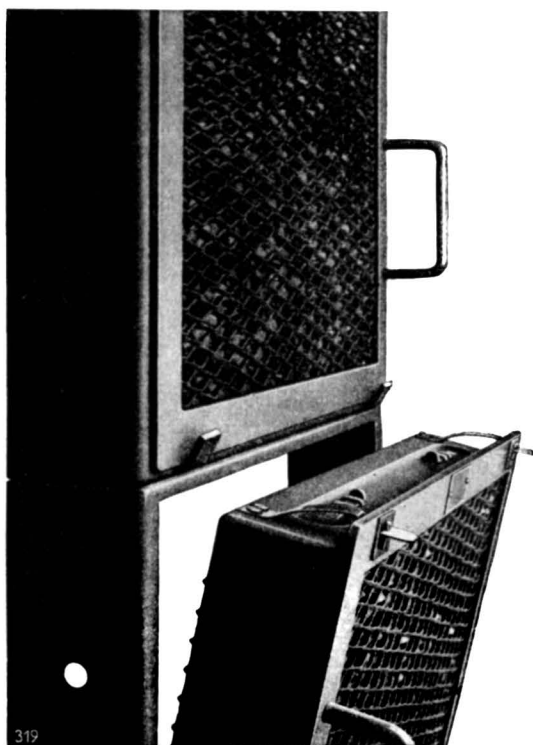


Abb. 115. Delbag-Filter

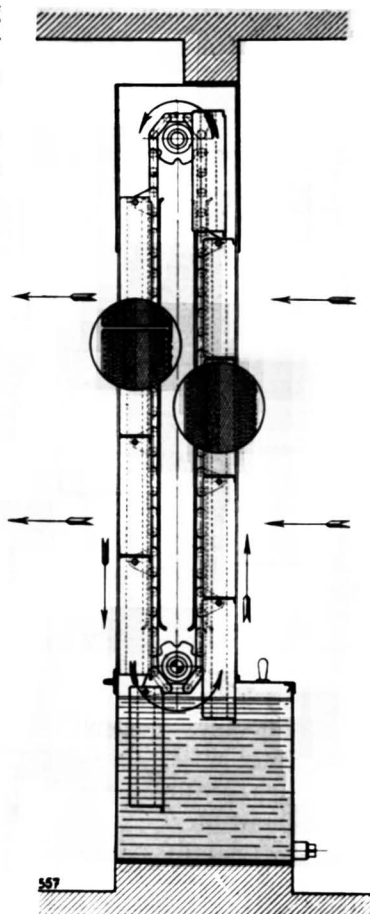


Abb. 116. Delbag-Filter in Paternoster-Anlage

anderen Metallfiltern, durch Niederschlagen der Keime auf mit imprägniertem Öl benetzte Flächen, welche durch zahlreiche Ringe aus Metall oder Porzellan (Raschigringe) gebildet werden. Die Ringe liegen aufgeschichtet in flachen Kästen (Filterzellen), deren Vorder- und

¹⁾ Fries, Wochenschrift f. Brauerei 1926, Nr. 38; E. Schwieger, Tageszeitung für Brauerei 1929, Nr. 145; A. Hallermann, Wochenschrift f. Brauerei 1931, Nr. 20 und 21.

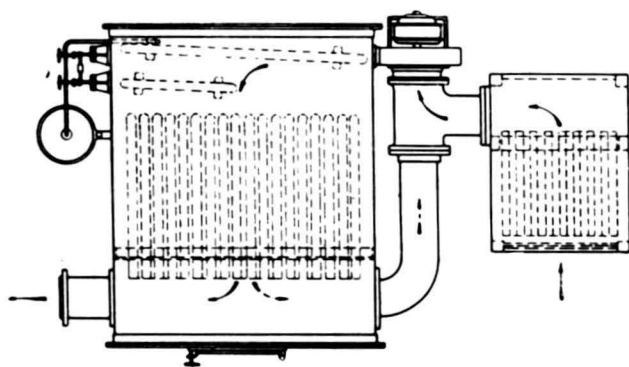


Abb. 117. Möller-Filter

Rückwand durchbrochen ist. Zwei von den Kästen, Rücken an Rücken gestellt, sind zu einem Doppelfilter vereinigt. Mehrere dieser Filter bilden eine Anlage.

Zur Entkeimung dienen auch Stofffilter, wie sie schon vor den

Metallfiltern u. a. von Möller (Abb. 117), Brackwede, hergestellt, und in Brauereien z. B. auch in der Versuchs- und Lehrbrauerei, Berlin (1890) zur Belüftung des Kühlapparatenraumes benutzt wurden. Der Stoff, in besonderer Weise dicht gewebt, ist imprägniert. Die Stofftücher sind in Taschenform auf Gestelle aufgezogen, und durch Schienen gespannt. Dem Filter ist, was auch für die Metallfilter gilt, ein Grobfilter vorgeschaltet.

Eine Heizanlage dient dazu, die Luft zu trocknen und damit zu verhindern, daß eine Erhöhung des Widerstandes des Stoffes durch Aufnahme von Feuchtigkeit eintritt.

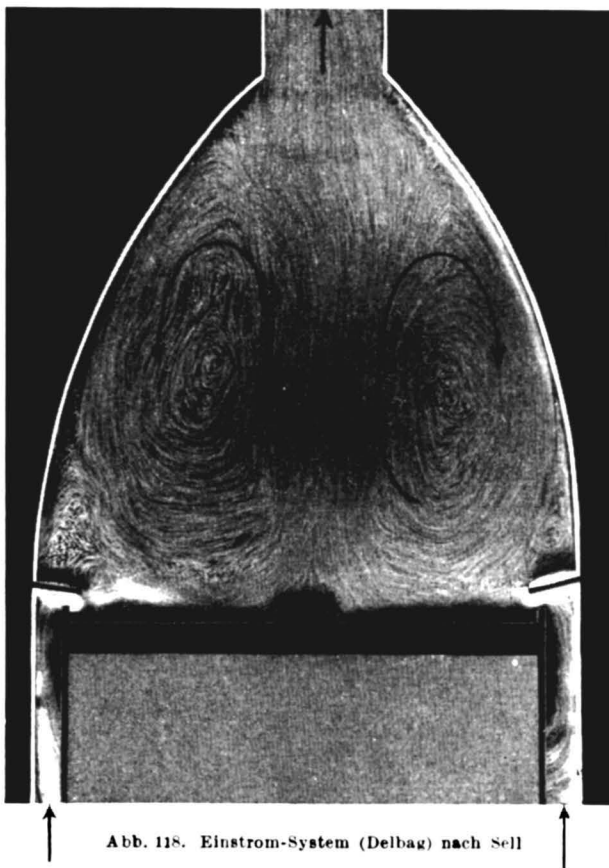


Abb. 118. Einstrom-System (Delbag) nach Sell

Die Leistungsfähigkeit ist durch Messung des Luftwiderstandes zu kontrollieren.

Für die Belüftung wird teils nach dem **Einstrom**-, teils nach dem **Zweistromsystem** verfahren.¹⁾

Bei dem **Einstromsystem** (Delbag) wird die Luft von den Seiten durch regulierbare Klappen je nach Bedarf flach oder in Steigung über die Würze-
fläche geblasen, oder auch an dem Bord des Kühlschiffs vorbei die Wandungen entlang zum Ausgang im Dach geleitet. (Abb. 118, 119.)

Bei dem **Zweistromverfahren** (Möller) werden zwei getrennte, und für sich behandelte Ströme eingeblasen; es kann aber auch nurein Strom verwandt werden, der durch Aufteilung in zwei Richtungen verläuft.

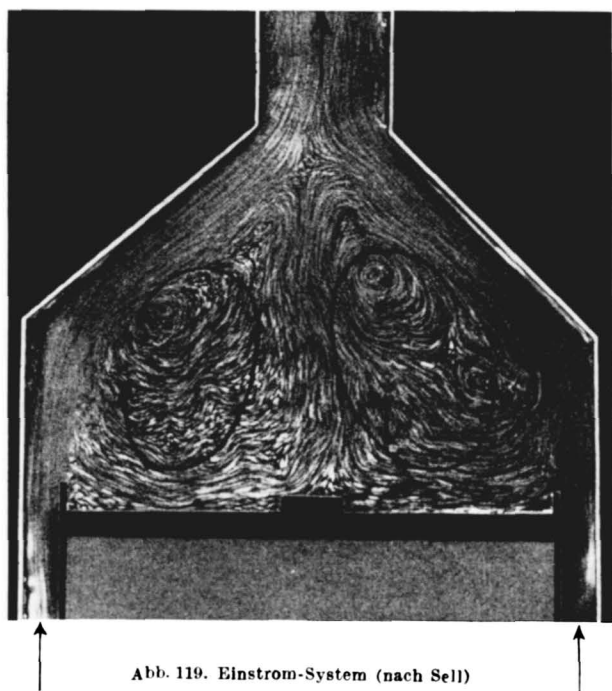


Abb. 119. Einstrom-System (nach Sell)

Bei der Belüftung, wie sie auch erfolgt, treten **Wirbelströme** auf, die in ihrer Drehrichtung und örtlichen Lage unterschiedlich sind.

Wird z. B. bei dem Einstromsystem die Luft von den Seiten über den Bord flach über die Würzeoberfläche geblasen, so entstehen zwischen dem Aufwärtsstrom, in welchem die in der Mitte von allen Seiten zusammen-treffenden Ströme hochsteigen, und dem Horizontalstrom Wirbelströme, welche an der Wand nach abwärts strömen, und von derselben Keime aufnehmen können.

Wird die Luft indes direkt an dem Bord vorbei der Austrittsöffnung im Dach zugeführt, bilden sich Wirbel, welche nicht an die Wände herantreten, und darum steril bleiben.

¹⁾ W. Sell, Tageszeitung f. Brauerei 1933, Nr. 266; desgl. 1934, Nr. 10; Wanger, Tageszeitung f. Brauerei 1934, Nr. 46; E. Weber, Tageszeitung f. Brauerei 1933, Nr. 155.

Eine Infektionsgefahr ist aber auch in ersterem Falle nicht zu befürchten, wie aus Untersuchungen von Dr. Weber hervorgeht, denen zufolge vollständige Keimfreiheit der Luft erreicht wird. Man muß also annehmen, daß der horizontale Luftstrom eine vollständige Sicherung der Würze gegen das Eindringen von Keimen aus den Wirbeln bewirkt.

Bei der Zweistrombelüftung, die praktischer nur von den Seiten aus erfolgt, ist die Bildung von Wirbeln, welche keimhaltige Luft mitführen,

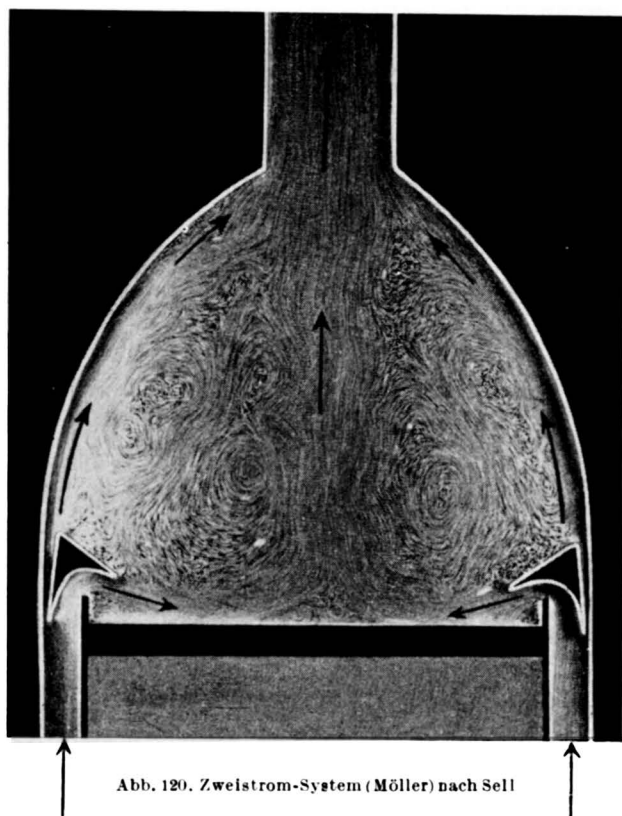


Abb. 120. Zweistrom-System (Möller) nach Sell

durch die Art der Zuführung der beiden Ströme überhaupt unterbunden, da durch den Wandstrom, der die Wände trocken hält und den Schwaden abführt, ein Heranrücken der Wirbel an die Wände, und eine Aufnahme von Keimen verhindert wird.

Bezüglich der Handhabung und Durchführung der sterilen Belüftung wird nach A. Hallermann zweckmäßigerweise folgendermaßen verfahren:

Einige Zeit vor dem Ausschlagen wird mit der

sterilen Belüftung des Kühlturms bei verengten Abschlußklappen begonnen. Beim Ausschlagen werden diese indes weit geöffnet, um Schwaden und Luft flott abzuführen. Sie werden wieder verengt, wenn das Ausschlagen beendet ist, um einen Überdruck zu schaffen, der das Eindringen von keimhaltiger Außenluft abhalten soll.

Bezüglich des Verhältnisses zwischen Kühlturmgröße und -raum weist A. Hallermann darauf hin, daß Umgänge und Freiraum als sog. tote Räume vermieden werden sollten, da sie die sterile Belüftung beeinträchtigen.

Bei der Belüftung des Kühlturms, der

ebenfalls unter Überdruck stehen soll, wird zweckmäßigerweise derart verfahren, daß der Luftstrom parallel den Kühlrohren entlang geführt wird, um der Bildung von Luftwirbeln, die hier ev. in höherem Maße Keimträger sind und damit zu einer gewissen Gefahr werden können, nach Möglichkeit zu begegnen.

5. Die Abkühlungsvorgänge auf dem Kühlschiff in physikalisch-technischer Hinsicht¹⁾

Auf die A b k ü h l u n g wirken:

1. Die Ausstrahlungen der Wärme beim Zutritt der Luft zur Würze, wenn sie aus dem Rohr auf das Kühlschiff geschleudert wird.

Verstärkt wird die Wirkung durch brausenartige Verteilung der Würze, wie sie verschiedentlich angewandt wird.

2. Die Übertragung von Wärme an das metallene Kühlschiff, und von dem Schiff an die Luft.

3. Die Übertragung von Wärme von der Würzeoberfläche an die Luft.

4. Die Verdunstung von Wasser an der Oberfläche.

Die Bedeutung der einzelnen Vorgänge für die Kühlwirkung ist unterschiedlich.

So tritt die Abkühlung durch das wärmeleitende Metall des Kühlschiffbodens gegenüber der Wärmeabgabe der Würzeoberfläche an die Luft zurück, während die Auswirkung der Verdunstung von größtem Einfluß auf die Abkühlung ist.

Um größte Kühlwirkung zu erreichen, ist stärkste Verdunstung anzustreben, die sich um so intensiver gestaltet, je größer die Geschwindigkeit der über das Schiff streichenden Luft ist.

Der Übergang von Wärme aus der Würze in die Luft führt zur Erhöhung der Luftwärme, und bei dem Dampfkonzentrationsunterschied zwischen Würzeoberfläche und Luft geht Wasser durch Verdunstung in die Luft über, und erwärmt sie zugleich durch die von ihm mitgeführte Wärme.

Der Austausch von Wärme und Wasser zwischen Würze und Luft geht in der nur wenige Millimeter starken Grenzschicht über der Würzeoberfläche vor sich, wobei der Sättigungsgrad, welcher unmittelbar oberhalb der Würze am höchsten ist, mit zunehmender Entfernung bis zur Grenze der Schicht, abnimmt.

Schwadenbildung wirkt wie eine Isolierschicht gegen den Abfluß von Wärme und gegen Verdunstung.

Soll kräftige Kühlung erreicht werden, muß man Sorge dafür tragen, daß Schwadenbildung nicht entsteht.

¹⁾ Diese Vorgänge werden von W. Sell, Wochenschrift f. Brauerei 1934, Nr. 37 und 38 in eingehend physikalischer Betrachtung formelmäßig erörtert.

Wird künstlich Luft zugeblasen, so läßt sich die Kühlwirkung erhöhen durch vorhergehende Trocknung, oder auch durch Anwärmen, wodurch die Aufnahmefähigkeit für Feuchtigkeit gesteigert wird, und damit auch die Verdunstung, und damit wieder die Abkühlung, namentlich solange die Würze noch nicht unter 40° C abgekühlt ist.

Die Menge der eingeblasenen Luft hat innerhalb weiter Grenzen keine erhebliche Beschleunigung des Abkühlungsvorganges zur Folge, wenn verhindert wird, daß Schwaden entstehen.

Dagegen kommt der Höhe des Luftraumes über dem Kühlschiff insofern Bedeutung zu, als die Verdunstung um so stärker wird, je niedriger die Höhe ist.

6. Die Trubabscheidung und die kolloid-chemischen Vorgänge

a) Auf dem Kühlschiff vollzieht sich das Absetzen der beim Kochen der Würze entstandenen Koagulate (Heißtrub)¹⁾. Es ist in etwa 1½—2 Stunden beendet. Die Würze steht schwarz auf der Kühle, so daß sie nun, wie es allermeist gehandhabt wird, abgezogen und über den Kühlapparat geleitet werden kann.

Klärt sie nicht, und nimmt sie keinen schwarzen Spiegel an, bleibt vielmehr „fuchsig“ — ein Zeichen, daß sie mit großen Mengen feiner Suspensionen durchsetzt ist —, so läßt das darauf schließen, daß eine ausreichende Koagulation der fällfähigen Eiweißstoffe beim Hopfenkochen nicht stattgefunden hat.

Von größtem Einfluß auf den Zeitverlauf des Absetzens ist die Höhe der Würzeschicht, die, wie die Alten schon erkannt und befolgt haben, zweckmäßigst auf 15—20 cm, vielleicht auch noch bis 25 cm, nicht aber darüber hinaus bemessen werden sollte, sofern es die örtlichen Verhältnisse bezüglich der Unterbringung des Kühlschiffs zulassen.

Daß Raumverhältnisse auch zu anderer Anordnung zwingen, ersieht man an manchem praktischen Fall, wo das Kühlschiff wesentlich höheren Bord besitzt, und die Würze wesentlich höher, unter Umständen bis zu 50 cm hoch steht. Da das Absetzen hier natürlich längere Zeit beansprucht, auch deshalb, damit die Koagulate auch einigermaßen fest zum Liegen kommen, ist ein Abziehen mittels Schwimmer von oben unbedingt erforderlich.

Die Menge des Kühlschifftrubs (Heißtrub) ist unterschiedlich.

Bei Anwendung von Maischverfahren, bei welchen viel Maische, und diese auch lange gekocht wird, dabei schon viel Eiweiß zur Koagulation kommt, das in den Trebern zurückgehalten wird; bei Verarbeitung von eiweißarmen Malzen mit mäßiger Lösung und bei mäßigem Eiweißabbau im Maischverfahren; aber auch bei eiweißreicheren Malzen schlech-

¹⁾ Siehe auch Kapitel VIII, 3/II.

ter Lösung und nicht genügendem Eiweißabbau im Sudhaus; bei schwachen Hopfengaben und bei kurzer Kochzeit, sowie bei schlechter Kochung wird weniger Heißtrub ausgefällt.

Wird dagegen wenig Maische gekocht, auf starken Eiweißabbau hinarbeitet, mehr Hopfen gegeben, intensiver und länger gekocht, so ist die Heißtrubmenge eine größere.

Wie aus K u t t n e r s ¹⁾ weitgehenden Feststellungen zu entnehmen ist, können die Unterschiede sehr erheblich sein. Das läßt sich aber auch auf rein rechnerischem Wege feststellen.

Die Mengen an auf die Weise entfallendem Heißtrub, der von allen imbibierten Würzebestandteilen befreit ist, bewegt sich zwischen 3,5 und 5 kg auf 100 hl 12%iger Würze bezogen.

An Trub, wie er aus der Trubpresse abfällt, beläuft sich die Masse etwa auf 25—45 kg.

Entsprechend den verschiedenen Verhältnissen, welche auf die Bildung der Koagulate, und auf die neben diesen einhergehenden Ausscheidungen beim Hopfenkochen Einfluß haben, ist auch die Zusammensetzung des Trubs verschieden, wie des näheren in dem Abschnitt: „Zusammensetzung des Trubes“ im Kapitel VIII A3II ausgeführt ist.

b) Bleibt die Würze auf dem Kühlschiff länger stehen, als zum Absitzen des Heißtrubs ausreicht, sinkt die Temperatur mehr und mehr, und erreicht etwa 55° C, so beginnen im allgemeinen von neuem Ausscheidungen, die aber nicht flockenartiger Natur sind, sondern aus feinen und feinsten Suspensionen bestehen, und sich als amorphe Massen schließlich absetzen. Keineswegs treten sie aber immer und regelmäßig auf, wenn diese Temperaturzone bei der Abkühlung erreicht ist. Selbst nach Abkühlung auf etwa 30° C, ja noch etwas tiefer, können erst so geringe Teile zur Ausscheidung gekommen sein, wie K u t t e r beobachtet hat, daß die Würze dann noch klares Aussehen zeigt.

Bei weiterer Abkühlung werden dann aber die Ausscheidungen stärker. Und wenn schließlich die Würze 8—12 Stunden auf der Kühle gestanden hat, kann sich ein sehr erheblicher Gehalt an Feintrub abgesetzt, und mit dem Heißtrub am Boden vereinigt haben. K u t t e r fand z. B., daß dieser durch die Feintrubausscheidung hervorgerufene Zuwachs bis zu 10% des Heißtrubs betrug.

Die Feintrubausscheidung wird ganz besonders durch das Aufkrücken begünstigt, wie schon S c h a r l erkannt hatte. Das Krücken muß aber fortgesetzt werden, bis sich auch die Ausscheidung einstellt. Dann kann der Feintrub von dem Heißtrub, der so lange durch die Bewegung beim Krücken in der Schwebe gehalten wird, adsorbiert

¹⁾ F. K u t t e r, Zeitschrift f. ges. Brauwesen 1933, S. 49; Schweizer Brauerei-Rundschau 1934, S. 209, 233, 257; Wochenschrift f. Brauerei 1934, S. 401.

und mit zu Boden gerissen werden. Nach K u t t e r reicht eine Ruhe von 1—2 Stunden, nach Beendigung des Aufkrückens aus, die Fällung des Feintrubs mit dem Heißtrub zusammen durchzuführen.

B. Kühlung durch Kühlapparate

1. Die Trubausscheidung (Feintrub)

Auf die Ausscheidung des Feintrubs haben Bewegung und schnelle Abkühlung größten Einfluß.

H. T. B r o w n empfahl indes s. Zt., die Temperatur, sobald sie auf etwa 52° C gefallen ist, weniger schnell sinken zu lassen, bis etwa 30—27° C erreicht sind, weil in diesem Temperaturgebiet die Ausscheidung am vollkommensten vor sich gehe.

Dieser Anregung ist man aber in der Praxis nicht gefolgt.

Man kühlt in einem Arbeitsgang schnell bis auf Kalttemperaturen herunter.

Durch dieses Zusammenwirken von Bewegung und Schnellkühlung werden die feinen Suspensionen, welche bei langsamer Kühlung in Form von amorphen Substanzen sich erst nach langer Zeit setzen, zu traubenartigen Gerinnseln zusammengeballt, die sich verhältnismäßig schnell zu Boden setzen.

Heiße Würze in Ruhe langsamer Abkühlung durch die Luft überlassen, klärt sich selbst in dünnen Schichten von 10—20 cm Höhe meist erst nach vielen Tagen. Durch den Kühlapparat abgekühlte Würze klärt sich indes, unter gleichen Verhältnissen, unter Umständen schon nach 24—36 Stunden.

Die Bildung von Kühltrub (Feintrub) ist unterschiedlich, und von mancherlei Bedingungen abhängig, sowohl quantitativ wie qualitativ.

Wenn Würze unter sehr starker Umwälzung mit Hopfen gekocht wird, werden Verhältnisse geschaffen, welche eine weitergehendere Lösung von schwer löslichen Gerbstoffen bewirken, als es bei normaler, oder gar schwacher Kochung der Fall ist.

Es darf aber auch angenommen werden, daß neben der weiteren Herauslösung von Gerbstoffen eine stärkere Dispergierung der anfänglich grobkolloid verteilten Gerbstoffbestandteile durch das stärkere Kochen stattfindet, und damit eine größere Stabilisierung der in größeren Mengen vorhandenen Stoffe.

Bei stärkerer Lösung aus dem Ursprungszustand, was auch für Gerbstoffe der Spelze zutreffen dürfte, wird man weiter annehmen können, daß der Gehalt an solchen hochkolloidalen Gerbstoffverbindungen groß ist, die bei der Abkühlung ausfallen. Man wird aber auch auf einen höheren Gehalt an stabileren Gerbstoffverbindungen schließen können, die nicht als Feintrub bei der Abkühlung zur Ausscheidung kommen, sondern

erst später bei der Gärung und Lagerung, oder auch zum erheblichen Teil in Lösung verbleiben.

Die Kochung mit Zusatzkochapparaten kann bei Übertreibungen zu stärkerer Ausscheidung von Kühltrub führen, wie in der Hochschulbrauerei festgestellt wurde, wo sich ein Mehr von 10% gegenüber ausschließlicher Bodenkochung ergab.

Aber auch die direkte Fällung von Gerbstoff und Eiweiß kann unterschiedlich und unzulänglich sein, so u. a. auch bedingt durch die Art der Hopfengabe, sowie Art und Beschaffenheit des Hopfens selbst.

Bei der Zusatzkochung z. B. hat man es längst erkannt, mit Vorsicht zu Werke zu gehen, nicht die ganze Zeit über die Zusatzkochung anzuwenden, namentlich nicht bei einem so stark wirkenden Apparat wie dem „Perfekt“. Da ist man zu wesentlich besseren Ergebnissen gekommen, wenn man ihn in der letzten Zeit des Kochvorganges ausschaltet, und nur mit Bodenkochung kocht. Das ist auch deshalb erforderlich, um die bei der Starkkochung erzeugten Kleinkoagulate an Eiweiß durch das ruhigere Kochen zur großflockigen Verballung zu bringen. So erreichte man zweierlei: Ausgezeichnete Koagulierung und Beseitigung der bei der übermäßigen Starkkochung beobachteten Geschmacksverschiebung nach der herben Seite.

Über die Menge des Kühltrubs gehen die Angaben in der Literatur auseinander. Teils beziffert man sie auf kaum mehr als 5—6%, teils wird sie auf 10—15% der Heißtrubmenge angegeben (Kutter). Nach den in der Hochschulbrauerei gemachten Bestimmungen können sehr wohl letztere Werte erreicht werden.

Die als Kühltrub zur Ausscheidung kommenden Stoffe bestehen aus Gerbstoffeiweißverbindungen, Hopfenbitterstoffen und Mineralbestandteilen. Von letzteren kommen in Betracht Kalzium- bzw. Magnesiumkarbonate und -sulfate, welche sich der Umsetzung entzogen haben, außerdem Phosphate der Erdalkalien und zum Teil auch Silikate.

Der Eiweißgehalt kommt etwa dem des Heißtrubs gleich. In der Hochschulbrauerei vorgenommene Untersuchungen (Kusenack) ergaben einen Gehalt von 67—77% i. Tr. ¹⁾ und einen Gehalt an Mineralstoffen von 6,1—7,9%.

Nach H. L ü e r s ²⁾ sind die Stickstoffkörper des Kühltrubs mit denen des Heißtrubs nicht identisch.

2. Die Bedeutung des Feintrubs in bezug auf Geschmack und Haltbarkeit („Glutin“ Trübung)

Trubgeschmack ist ein dem Brauer nur zu sehr geläufiger Begriff, unter dem er einen nicht angenehmen, mehr oder weniger bitteren

¹⁾ W. K u s e n a c k, Tageszeitung f. Brauerei 1930, Nr. 198.

²⁾ H. L ü e r s, Zeitschrift f. ges. Brauwesen 1924, Nr. 6.

Beigeschmack versteht, der namentlich im Nachtrunk hervorzutreten pflegt.

Den Einfluß des Trubs auf Geschmack beobachtet man unter Umständen z. B. beim nochmaligen Vermaischen desselben.

Teils tritt der Einschlag schon erkenntlich in der Würze selbst auf, meist aber erst im Bier.

Gerbstoffeiweißverbindungen sind es in erster Linie, welche diese Geschmacksstoffe abgeben, die bei einer solchen Nachbehandlung des Trubs in Lösung gehen, bei der Kühlung und Gärung sowie in der Nachgärung nicht wieder vollständig ausgeschieden werden. Es können aber auch Bitterstoffe des Hopfens mitbeteiligt sein, die aus dem Trub unter dem Zutritt von Sauerstoff der atmosphärischen Luft der Lösung zugänglich gemacht werden.

Es ist begreiflich, wenn verschiedentlich großer Wert darauf gelegt wird, den Feintrub schon so zeitig zur Ausscheidung und Abtrennung zu bringen, daß er nicht mehr mit der Würze zusammen in den Gärbottich gelangt.

Das Verfahren von Greiner z. B. ist ein solches, welches sich in hohem Maße dazu eignet. Auch der Nathan-Setzbottich dürfte einen geeigneten Apparat dafür darstellen, um Heißtrub und Kalttrub (Feintrub) zusammen abzuschcheiden.

In einfacherer Weise erreicht man schon eine, wenn auch nicht so weitgehende Ausscheidung des Feintrubs und Abtrennung bei Benutzung des Kühlschiffs, wenn man die Würze länger liegen läßt und aufkrückt, besonders bei Temperaturen von 60—50° C.

Die Ausscheidung des Feintrubs vor der Zuführung der Würze zum Kühlapparat bietet auch insofern einen gewissen Vorteil, als sich dann ein Vorstellen im Vorstellbottich erübrigt, in welchem sonst der bei der Kühlung am Kühlapparat ausgefällte Trub zum Absetzen gebracht wird. Die Hefe gelangt in klarer Würze zum Anstellen. Die im Laufe der Gärung zur Ausscheidung kommenden Trubbestandteile sind nicht so erheblicher Art. Die Hefe setzt sich in weißer Schicht am Boden ab, ohne daß sie mit Trub durchsetzt ist und eine Über- und Unterlagerung von Trub stattfindet, wie es sonst der Fall ist, wenn trubhaltige Würze in den Gärbottich gelangt.

Ob die Feintrubausscheidung im voraus nun aber in höherem Maße qualitätsbeeinflussend wirkt, als die Ausscheidung des Trubs bei sachgemäßer Benutzung des Vorstellbottichs, öfteren Abheben der Kräusen, oder dem Abfangen der Ausscheidungen nach Art von Hallermann, will mir noch als offene Frage erscheinen.

Daß weitgehende Beseitigung des Feintrubs, ob auf diese oder jene Weise, auch von Vorteil für die Gärbetätigung der Hefe, und auch für das Gärungsbild von gewisser Bedeutung ist, ist eine bekannte Tatsache.

Ein ausgiebiges Reinigen und Waschen der Hefe wird überflüssig.

Wenn vielfach als Folge der Trubbeseitigung vor dem Anstellen mit Hefe eine Abschwächung in der Gärfähigkeit eintritt, so sind das Erscheinungen, welche praktisch allermeist der Bedeutung entbehren. Andererseits kann die unter Umständen vorteilhafte stimulierende Anregung durch Trub durch andere Mittel ersetzt werden. Hinwiederum kann Trub insofern nachteilig sein, als er Ablagerungen um die Hefe bildet, welche die Diffusion von Zucker zum Innern der Zelle hemmen, und dadurch die Hefe gärträge machen.

Überblickt man das Für und Wider in der Frage der Beseitigung des Feintrubs, so sollte man meines Erachtens sich nicht auf den Standpunkt stellen, einen Ehrgeiz darin zu sehen, restlos alles an Geschmacksstoffen fortzuschaffen, was gewissermaßen als Beistoffe und Mitläufer aus Malz und Hopfen heraus gelöst wird. Es sollte vielmehr in Erwägung gezogen werden, ob es der Nachfrage dienlicher ist, Bier herzustellen, welches im höchsten Grade als geschmacksrein und -fein anzusprechen ist, oder ob es nicht richtiger ist, der Kundschaft Bier zuzuführen, welchem eine weniger hochgradige Reinheit und Geschmacksglätte, als vielmehr gewisse Herzhaftigkeit, Kernigkeit und Trinkreiz eigen ist, — Einschlüsse, welche bis zu einem gewissen Grade von den Beistoffen herkommen.

Inwieweit die Art der Fein- bzw. Kühltrubbeseitigung von Einfluß auf die sog. *Glutintrübung* ist, steht meines Erachtens noch dahin.

Es erscheint mir auch noch ungewiß, ob die vorzeitige Abtrennung eine größere Sicherheit bietet, als die Ausscheidung durch den Kühlapparat, und die Entfernung durch Vorstellen oder im Verlauf der Gärung.

3. Die Kühlapparate

a) Die ersten Anregungen, den *Berieselungskühler* zum Kühlen zu benutzen, gehen von *Davison*, 1841¹⁾ aus. Er läßt die Würze in dünnen Strömen in einer Reihe vertikal stehender Rohre hineinfließen, bzw. tropfen, bläst

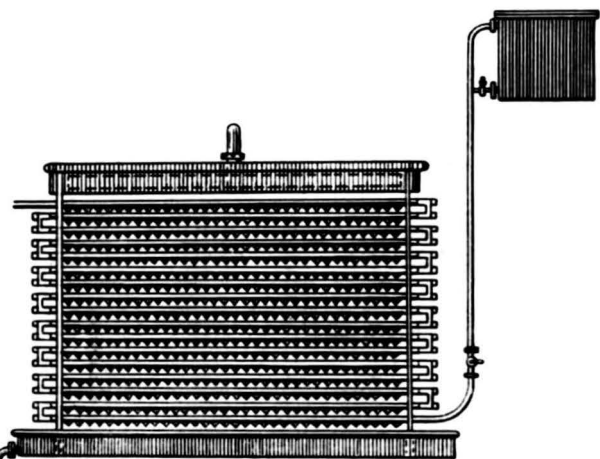


Abb. 121. Berieselungskühler (Baudelot)

¹⁾ Eine sehr umfassende Zusammenstellung der verschiedenen Kühlapparate und Methoden bringt *R. Heinezelmann* in *Wochenschrift f. Brauerei* 1894, Nr. 8; *Wochenschrift f. Brauerei* 1912, Nr. 2—17; *Wochenschrift* 1920, Nr. 26—28.

einen Luftstrom entgegen, und läßt außen um die Rohre kaltes Wasser herumfließen. Die aus den Rohren ablaufende Würze fließt dann über einen anderen Apparat, dessen Rohre aber horizontal liegen, und die von kaltem Wasser durchflossen werden.

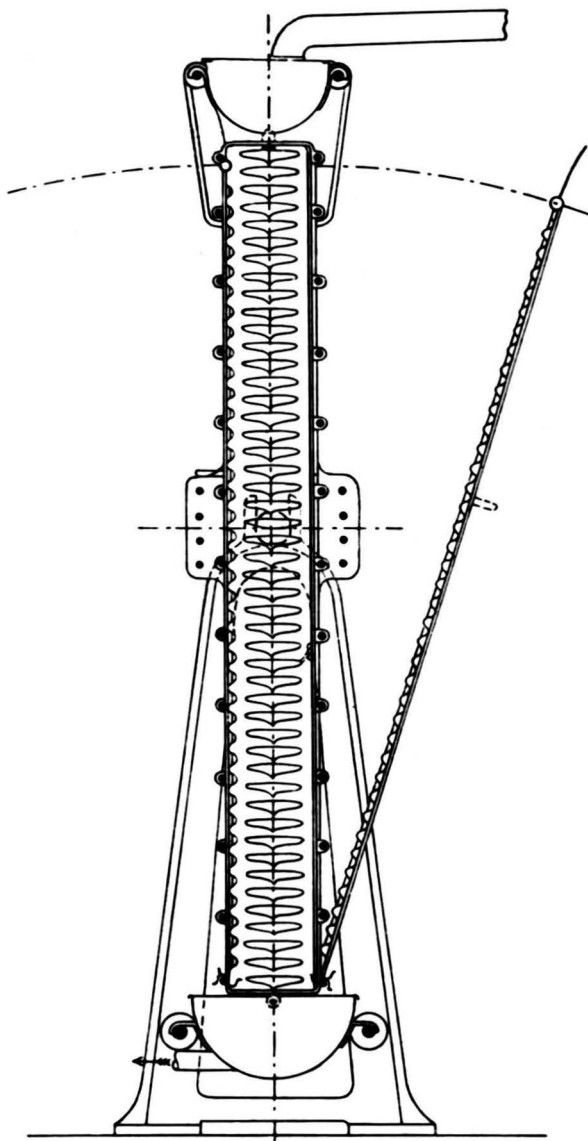


Abb. 122. Berieselungskühler (Neubecker)

Deneigentlichen Berieselungskühler, wie wir ihn kennen, jedoch in noch wesentlich einfacherer Form, baut erst Baudelot, 1859 (Abb. 121.); mit der Tropfrinne und mit den horizontal angeordneten, mit sägeartigen Ansätzen versehenen Kühlrohren.

Lawrence, 1873, ersetzt die Rohre durch kupferne Doppelplatten, zwischen denen das kalte Wasser hindurchfließt.

Neubecker baut den Apparat für doppelte Kühlung aus (1876), für welche im oberen Teil Brunnenwasser, im unteren Teil Eiswasser benutzt wird. Die Rohre erhalten keine runde,

sondern eine flache, herzförmige Form, und sind miteinander durch senkrechte Blechstreifen verbunden, welche bewirken, daß die Würze in ununterbrochenem Fluß über die Rohre und Verbindungsstreifen

herunterrieselt. Zum Schutz gegen den Zutritt von Außenluft sind die Breitseiten des Apparates mit gewellten Blechwänden umgeben, die aufklappbar sind, und zwecks Kondensierung der aus der heißen Würze entströmenden Dämpfe, mit kaltem Wasser berieselt werden (Abb. 122).

Den Kühlrohren gibt man auch flache, eckige Form, und kühlt die unten in der Mulde sich sammelnde Würze noch durch besondere Kühlrohre nach.

Lawrence, 1878/83 (Abb. 123 u. 124), benutzt gewellte, nach oben gebogene Platten oder Rohre, die sich mit ihren Höhen, bzw. Tiefen wechselweise gegenüberstehen, zwischen denen die Würze herabfließt, und in deren Innern das Wasser, durch eingebaute Platten an die Wandungen geleitet, hochfließt.

Vielfältiger noch sind die Formen, welche den Rohren gegeben werden, und die Arten, wie man sie aneinderschließt.

I. Mayer, 1882, formt die Rohre dreieckig, setzt sie an feste Metallwände an, welche die Breitseiten des Kühlapparates bilden. Die eine Wand ist am Fußboden festgemacht, die andere ist auf Rollen beweglich, und mit Scharnierbändern verbunden.

Beim Zusammenschieben der Wände greifen die kantigen Rohre ineinander, bilden mit ihren Außenflächen die Abflussfläche für die Würze, und leiten in ihrem Innern das Kühlwasser in die Höhe. (Abb. 125.)

A. Klotz und H. Elze, Heidelberg, 1885 geben den Rohren mandelförmigen Querschnitt.

Die Rohre werden auch wechselweise übereinander dreikantig geformt. (Abb. 126 u. 127.)

W. Schmidt, Bretten, führt eine neue Verbindung der Rohre miteinander ein.

Guiremand, Berlin 1893, ummantelt beim unteren Teil des Kühlapparates die Kühlrohre mit einem zweiten Rohr, und füllt den Zwischenraum mit Alkohol aus, um zu verhüten, daß bei Undichtheiten des innern Rohres, wenn zur Kühlung Salzsole verwendet wird, Salzwasser in die Würze eindringt.

Neubecker, Offenbach, baut einen Apparat, bei welchem die

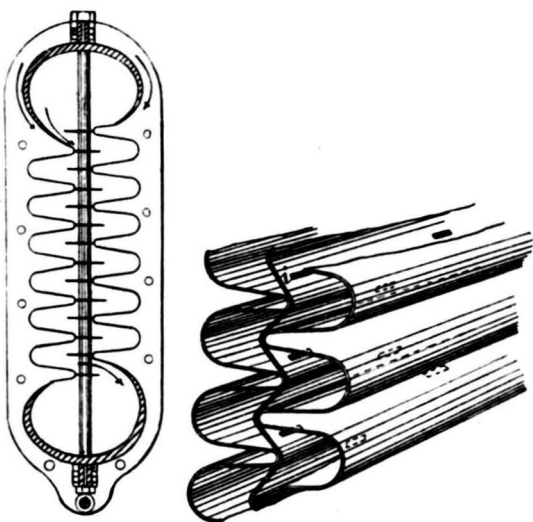


Abb. 123 u. 124. Berieselungskühler (Lawrence)

Kühlrohre, welche einen viel größeren Durchmesser haben als die üblichen, in rotierende Bewegung gesetzt werden.

Katzenstein, Berlin, wird ein Apparat patentiert, bei welchem

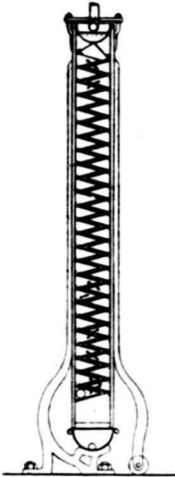


Abb. 125. Berieselungskühler (Mayer)

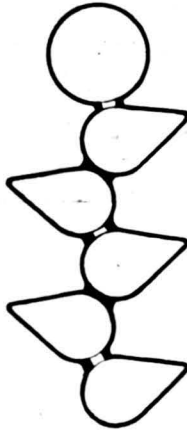
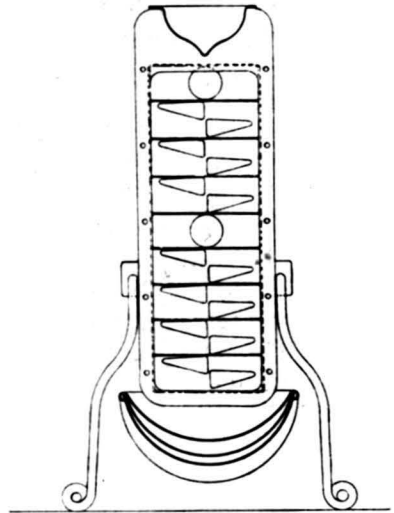


Abb. 126 u. 127. Berieselungskühler (Klotz und Elze)



die Durchmesser der Rohre nach unten zunehmen, bzw. die Ausladung der Zickzacklinie, in welcher sie übereinanderliegen, nach unten vergrößert wird, um ein Abstürzen der Würze in das untere Becken zu verhüten, gleichzeitig aber auch die Kühlfläche zu vergrößern.

Das Abstürzen von Würze bei den in Zickzacklinien angeordneten Rohren soll der Apparat von Neubecker (Abb. 128) durch Einfügen von Mulden am Ende der Röhrengruppen verhüten. Die Mulden sind zu beiden Seiten des Verbindungsstegs mit Löchern versehen, von denen die auf die Oberseite der darunterliegenden Gruppe mündenden größer sind, als die auf die Unterseite mündenden, so daß über die Oberseite stets mehr Würze herabfließen kann, als über die Unterseite.

b) Neben den Berieselungskühlern wird auch das System der Zylinderkühler entwickelt (Abb. 131 u. 132).

Die Zylinder sind teils einwandig, teils doppelwandig. Bei den ersteren trägt die äußere wie innere Seite wellblechartige Bekleidung, die zu

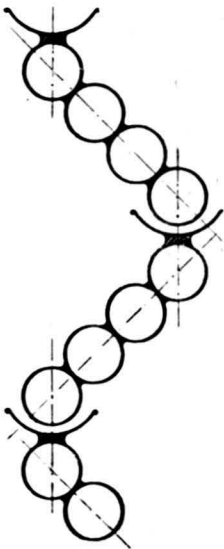


Abb. 128. Berieselungskühler (Neubecker)

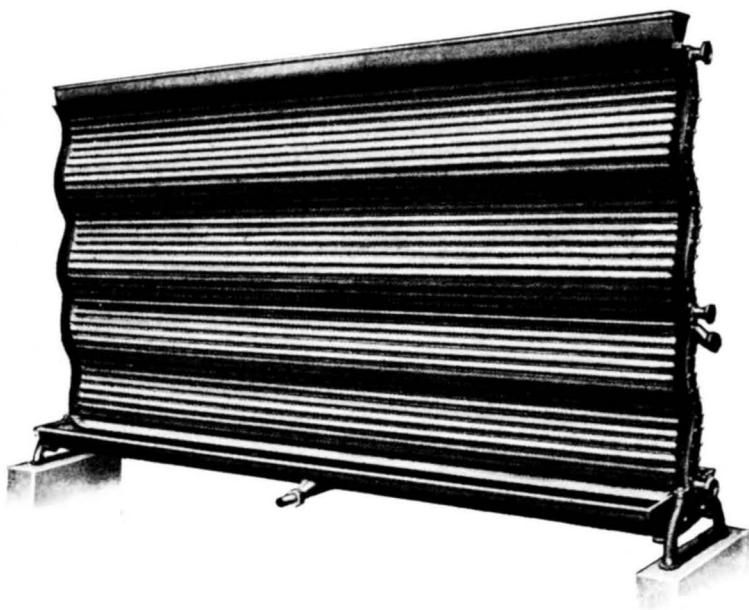


Abb. 129. Neuzeitlicher Berieselungs-(Flächen)Kühler (Schmidt)

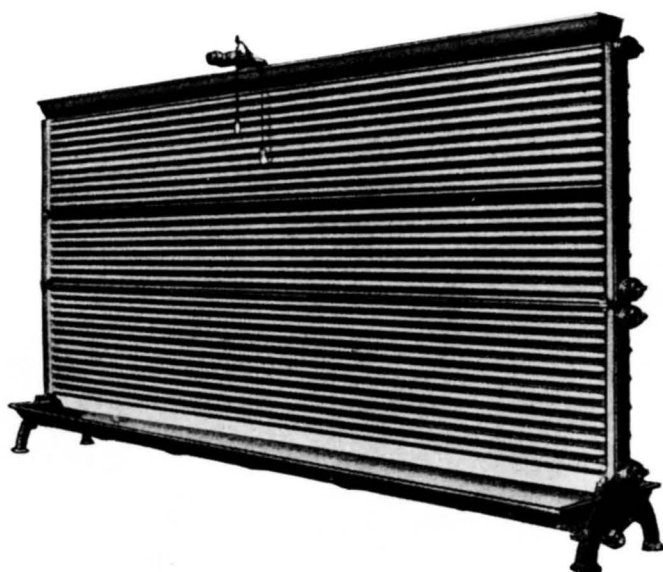


Abb. 130. Neuzeitlicher Berieselungs-(Flächen)Kühler (Klotz)

Kühlrohren ausgebildet ist, während über die wellblechartige Oberfläche die Würze herunterfließt.

L i n s e r, Reichenberg, benutzt statt eines zylindrischen Gefäßes kreisförmige Rohre, durch deren unteren Teil Eiswasser, und oberen Teil



Abb. 131. Zylinder-Kühler (Ziemann)

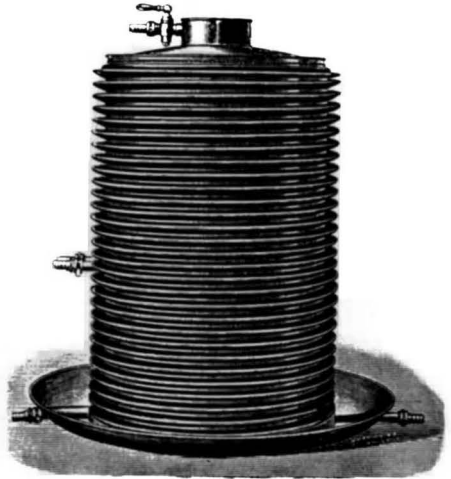


Abb. 132. Zylinder-Kühler (Schmidt-Bretten)

Brunnenwasser geleitet wird, während die Würze wie bei den Berieselungskühlern über die Rohre herunterfließt.

Bei verschiedenen Konstruktionen, bei denen nur einwandige zylindrische Gefäße benutzt werden, dient das Innere des Zylinders als Kühlgefäß, und die gewellte Außenfläche, oder auch eine in Schraubenlinie verlaufende offene Rinne als Rieselfläche für die Würze.

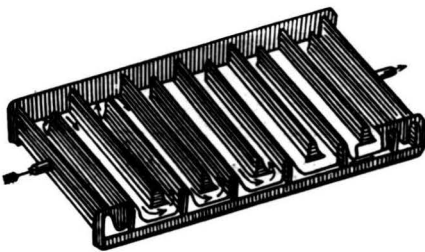


Abb. 133. Horizontaler Gegenstromkühler

Es werden auch zylindrische Gegenstromkühler konstruiert, die einen glatten Innen-, und einen gewellten Außenmantel besitzen, zwischen denen das Kühlwasser hindurchströmt (Abb. 131 u. 132).

Eigenartige Ideen liegen dem Bau von kegelförmig und terrassenförmig angeordneten Rohren zugrunde.

c) Bei den horizontalen Gegenstromkühlern, deren es auch verschiedene Konstruktionen gab, und deren Aufstellung namentlich dort in Betracht kam, wo wegen des geringen Höhenunterschiedes zwischen Kühlschiff und Gärkeller vertikale Berieselungskühler nicht Verwendung finden konnten, fließt die Würze entweder im Zickzack um Kühltaschen, welche quer zu den Längsseiten des Kühlbottichs ange-

bracht sind, oder abwechselnd über dieselben hinweg, und unter denselben hindurch. (Abb. 133.)

Diese Systeme haben in den deutschen Brauereien kaum oder keine Verwendung gefunden. In englischen Betrieben sind sie dagegen vielfach in Benutzung. (Abb. 134.)

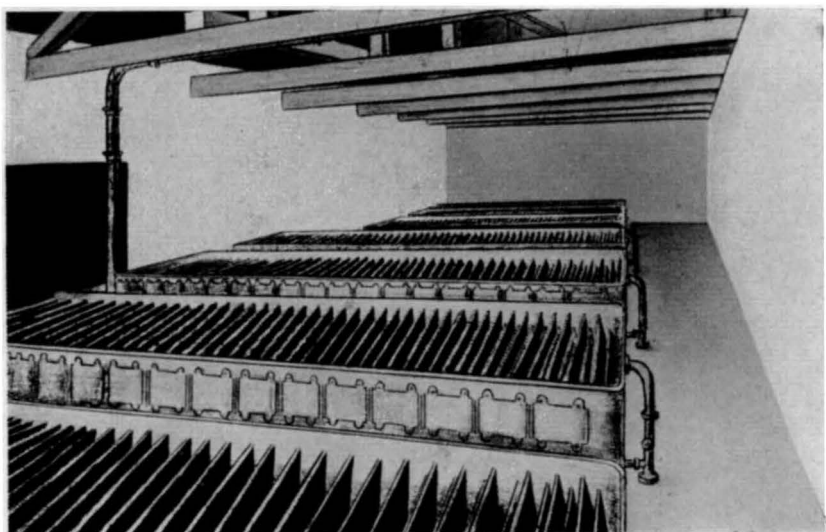


Abb. 134. Kühlraum mit einer Reihe horizontaler Gegenstromkühler (englische Brauerei)

d/a) In sehr zahlreichen Konstruktionen waren dagegen die Systeme der Innenkühlung vertreten, denen man früher großes Interesse entgegenbrachte.

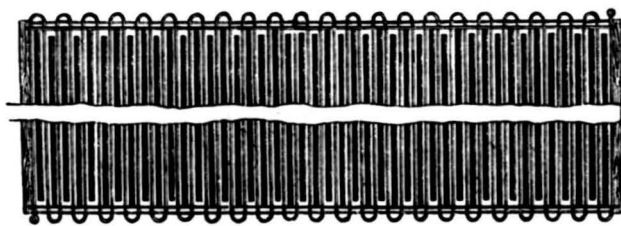


Abb. 135. Kastenkühler (Innenkühler) mit je 6 übereinandergestellten Würzerohren

Die primitiven Formen wurden schnell überwunden. So entstehen bald Apparate, ähnlich den Taschenkühlern, welche durch Zwischenwände, die abwechselnd an der einen und der gegenüberliegenden Längswand des Kühlbottichs befestigt sind, in Abteilungen eingeteilt werden. In den Abteilungen liegen mehrere Rohre übereinander, die von der Würze durchflossen werden, während das Kühlwasser im Zickzack durch die Abteilungen hindurchfließt. (Abb. 135.)

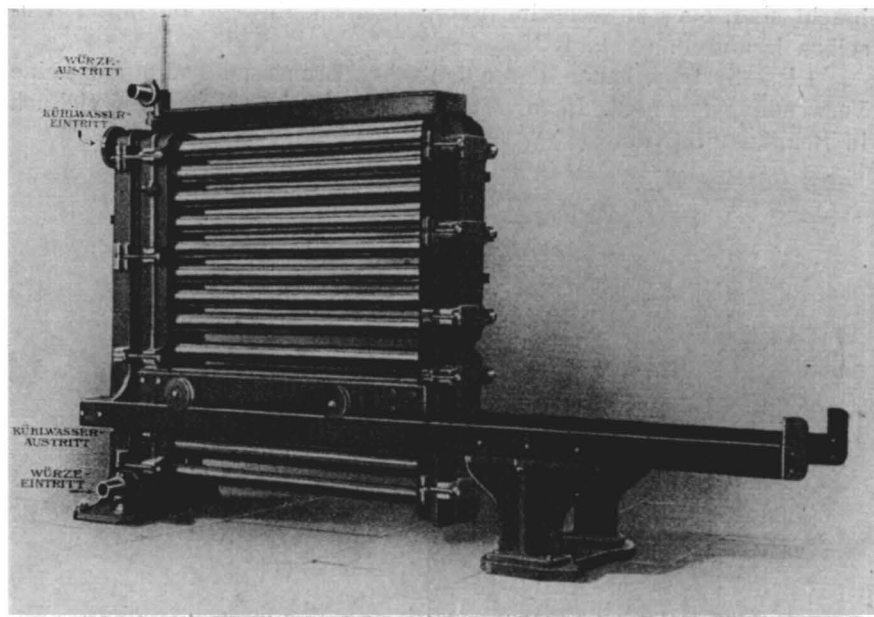


Abb. 136. Innenkühler (Grevenbroich) betriebsfertig. (Wochenschrift f. Brauerei 1908 S. 797)

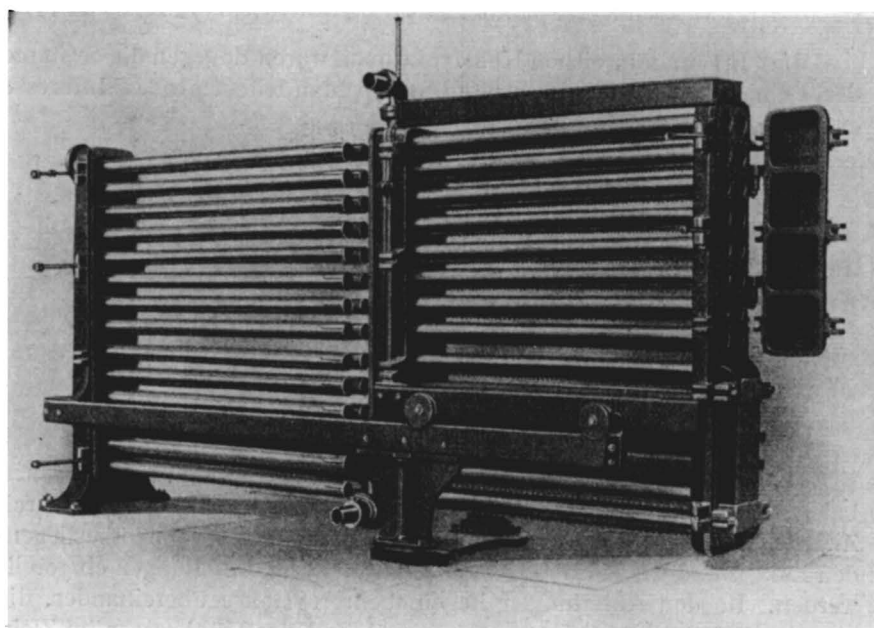


Abb. 137. Innenkühler (Grevenbroich) äußeres Rohrsystem zum Reinigen vorgezogen

In dem *Mitrailleusen* kühler (Germania, Chemnitz) ist eine Anzahl von engeren Röhren von einem weiteren Rohr umschlossen. Mehrere von diesen sind zu einem System vereinigt. Die engen dienen zur Fortleitung der Würze, das umschließende Rohr zur Umspülung mit Kühlwasser.

A. Ziemann, Stuttgart, und Maschinenfabrik Grevenbroich bringen geschlossene Kühlapparate heraus. Ersterer verwendet Rohrbündel, letztere nur Einzelrohre als Würzeleitung. Bei der Grevenbroichkonstruktion wird das äußere Rohrsystem zwecks Reinigung vorgezogen, bei der Ziemannkonstruktion das Innere. (Abb. 136 u. 137.)

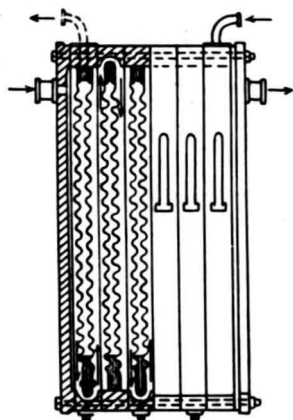


Abb. 138. Kammerkühler (Fischer)

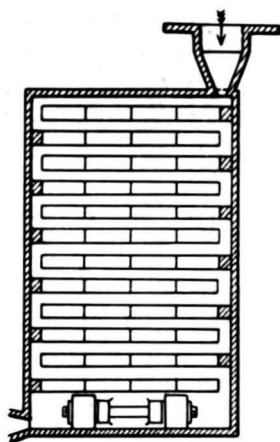


Abb. 139. Plattenkühler (Wehrle)

Die Kühler werden auch so gebaut, daß der Eintritt der heißen Würze nicht oben, sondern unten, und die Zuführung des Kühlwassers oben erfolgt (Schmidt).

d/β) Statt der Rohre werden auch *Hohlplatten* und *-scheiben* verwendet, welche entweder von Kühlwasser umflossen werden, oder über welche die Würze herunterrieselt.

So werden z. B. schmale Kammern (I. Fischer, Abb. 138) aus Wellblech in einem Eisenrahmen nebeneinander angeordnet. An der einen Seite des Rahmens sind die Wellblechwände befestigt, an der anderen offen. An jeder Seite wechselt eine Kammer mit festangeschlossenen Rahmen mit einer offenwandigen. Die Würze fließt im Zickzack um die gewellten Außenseiten der Kammern, das Kühlwasser durch die schmalen Kammern der Würze entgegen. Es kann auch umgekehrt die Würze durch die Kammern, das Kühlwasser um die Außenseiten fließen.

Die Wände der Kammern werden auch zwecks schnelleren Wärmeaustauschs aus sehr dünnen Platten hergestellt, und die Platten zur Ver-

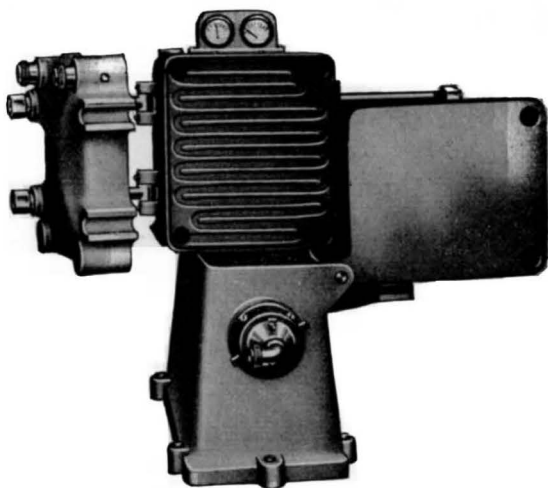


Abb. 140. Plattenkühler (Holstein und Kappert)

hinderung von Verbiegungen durch Leisten versteift (Langen und Hundhausen).

Wehrle, Emmendingen, legt die Platten horizontal, versteift sie auch wieder, und ordnet sie so an, daß sowohl für Würze wie Kühlwasser ein schlangenförmiger Kanal entsteht. (Abb. 139.)

Die neueste Zeit ist es nun erst, die ein ernstes Interesse für die Plattenkühler

erweckt, nachdem in den Molkereien der Plattenapparat zum Pasteurisieren wie zum Kühlen mit großem Erfolg eingeführt worden ist.

Die Vorteile, welche sich bei Benutzung des Plattenapparates ergaben, haben sich nutzbringend in erster Linie auf die Kühlung der Würze in den Brauereien übertragen lassen.

Was bisher an Erfahrungen in dieser Hinsicht, auf Grund von Beobachtungen an einer schon erheblichen Zahl von Apparaten, gesammelt wurde¹⁾, läßt keinen Zweifel an der technischen Eignung und an dem erheblichen wirtschaftlichen Vorteil.

Vorteilhaft in die Augen springen besonders die Schnelligkeit der Wärmeübertragung aus dünnsten Schichten, Vermeidung von Lufteinschlüssen und Wirbelecken, welche sich zu Infektionsherden ausbilden können, die kleine Apparatur, welche geringen

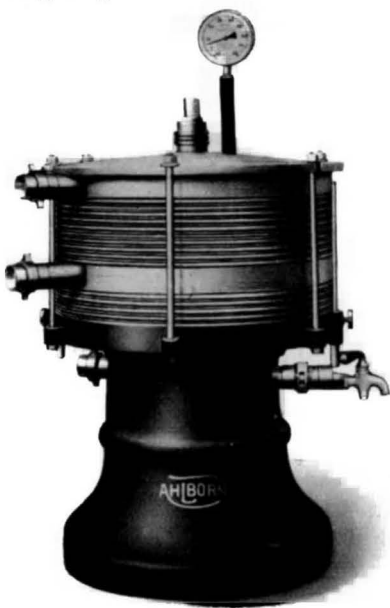


Abb. 141. Plattenkühler (Ahlborn)

¹⁾ Richter und H. Damm, Wochenschrift f. Brauerei 1933, Nr. 14 und 15; K. Fehrmann, Tageszeitung f. Brauerei 1933, Nr. 60; E. Weber, Tageszeitung f. Brauerei 1935, Nr. 10.

Platz beansprucht, sowie leichte Handhabung für Inbetriebnahme und Reinigung.

Die technische Eignung für die Zwecke der Würzekühlung ist auch dadurch nicht in Frage gestellt, daß die Kühlung eine Innenkühlung ist, und ein Zutritt von Luft zur Würze während ihres Laufes nicht stattfindet.

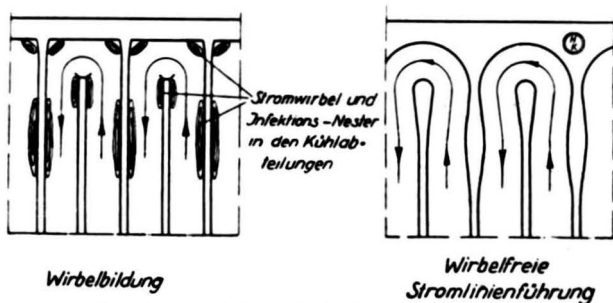


Abb. 142. Umkehrstellen der Durchlaufflüssigkeit
Anordnung nicht gemäß linkem Bild, sondern rechtem Bild (Holstein und Kappert)

Wohl traten anfänglich Schwierigkeiten auf, die Hefe unter gewissen Bedingungen zur Angärung zu bringen. Sie konnten aber leicht behoben

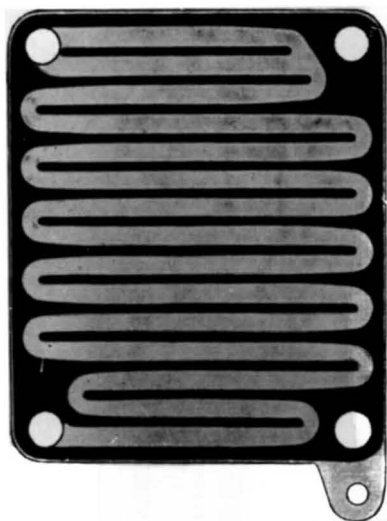


Abb. 143. Platte mit horizontalen Kanälen
(Holstein und Kappert)



Abb. 144. Platte mit horizontalen Kanälen
(Ahlborn)

werden durch Einschaltung einer Lüftungsanlage beim Einlauf der Würze in den Gärbottich. Unter Umständen lassen sie sich auch schon umgehen, wenn die Würze im hohen Fall in den Bottich läuft.

Bei dem Plattenapparat wechseln gerippte Platten mit glatten. Die Platten werden aus Kupfer oder aus Messing verchromt, oder aus V_2A -Stahl hergestellt. Die durch Rippen und glatte Platten gebildeten Kanäle

verlaufen zweckmäßigerweise zur sicheren und schnelleren Entlüftung in horizontaler Richtung parallel zueinander. (Abb. 140 u. 141.)

Die Dichtung der Durchflußkanäle geschieht durch fest Aneinanderpressen der metallischen Rippen an die glatten Zwischenplatten, vielleicht vorteilhaft ohne Verwendung von Gummischnüren, die ein Ansetzen von Keimen ermöglichen, oder (Holstein und Kappert) durch vulkanisierte homogene Gummischichten auf den beiden aus V_2A -Stahl hergestellten Plattenformen.

Zur Abdichtung der Platten nach außen dienen Gummischnüre, die in die ausgefrästen gerippten Platten eingelassen sind.

Holstein und Kappert bilden die Umkehrstellen der Durchflußflüssigkeit mit entsprechenden Abrundungen aus, welche die Aufgabe haben sollen, die Bildung von Stromwirbeln und Infektionsherden zu verhindern. Bei der Würzekühlung dürften die Wirbel keine Bedeutung haben. Bei der Pasteurisation, wofür die Apparate ebenfalls Verwendung finden, könnte wohl eine gewisse Gefahr bestehen. (Abb. 142.)

Die Anordnung der Platten ist entweder eine senkrechte, und die Plattenform eine viereckige (Phönix-Holstein und Kappert sowie Astra-Bergedorf) oder eine horizontale mit runder Plattenform (Diskus-Ahlborn). Holstein und Kappert, sowie

Ahlborn ordnen die Durchflußkanäle horizontal, Astra-Bergedorf vertikal an. (Abb. 143, 144 u. 145.)

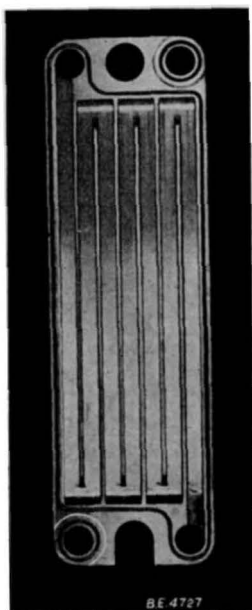


Abb. 145. Platte mit senkrechten Kanälen (Bergedorf)

C. Schwand

a) Die Kontraktion der Würze von $100^{\circ}C$ auf $4-5^{\circ}C$ beträgt $4,17-4,22\%$ ¹⁾.

Da indes die Pfannenausdehnung bei Kochtemperatur bei der Abmessung der Ausschlagwürze nicht berücksichtigt ist, eine Pfanne von Eisen aber $0,28\%$, eine kupferne $0,4\%$ größer ist als bei $20^{\circ}C$, und die Reduktion von $20^{\circ}C$ auf $4-5^{\circ}C$ als unwesentlich außer Betracht bleiben kann, wird der Pfanneninhalt beim Ausschlagen um etwa $0,28-0,4\%$ zu niedrig gemessen.

Unter Berücksichtigung dieses Umstandes ergibt sich dann eine Kontraktion in der Praxis von $3,92-4,03\%$ (rund 4%).

¹⁾ O. Mohr, Wochenschrift f. Brauerei 1902, S. 340.

b) Vom H o p f e n bleiben an Blättern, Stengeln, Stielen, Körnern usw. auf 1 kg lufttrockene Substanz berechnet etwa 0,6—0,7 kg ungelöst zurück.

Bei einem Wassergehalt der Hopfennaßtreber von 85—90%, wie er sich praktisch im allgemeinen wohl ergibt, entspricht das einer Naßtrebermenge von etwa 4—6,5 kg. Kilogramm sei der Einfachheit halber gleich Liter gesetzt, da bei dieser Art der Grobrechnung die Differenz zwischen den verschiedenen spezifischen Gewichten außer acht gelassen werden kann.

Die üblichen Hopfengaben für normal gehopfte Biere bewegen sich zwischen 160 g und 230 g, die für stark gehopfte gehen bis auf 450 g je hl Ausschlagwürze hinauf.

Das Volumen von Hopfen + Imbibition bewegt sich somit zwischen etwa 0,71 und 2,81 auf 1 hl Ausschlagwürze. Hiervon lassen sich durch Nachspritzen und Pressen noch bis etwa dreiviertel gewinnen.

c) Durch V e r d u n s t u n g a u f d e m K ü h l s c h i f f verringert sich die Würzmenge um ungefähr 2—8%. Bei V e r w e n d u n g v o n S e t z b o t t i c h e n beträgt die Verdunstung ungefähr ein viertel bis 1%.

Die Verdunstung bei der K ü h l u n g d u r c h B e r i e s e l u n g s - k ü h l e r kann als unwesentlich unberücksichtigt bleiben.

d) A n H e i ß t r u b entfallen ungefähr 0,4—0,6 kg, und a n K a l t - t r u b 0,04—0,1 kg, im ganzen somit 0,44—0,7 kg auf 1 hl Ausschlagwürze. Davon sind auch wieder bis zu dreiviertel zurückzugewinnen.

Im ganzen entfallen somit als S c h w a n d durch Hopfenverdrängung, Trub und Imbibition ungefähr 1—3,5%, wenn nicht nachgespritzt und ausgepreßt wird, dagegen nur 0,3—1% bei angemessenem Nachspritzen und Pressen.

e) Alles in allem kann die Spanne für den Schwand von der heißen Ausschlagwürze bis zur Anstellwürze von etwa 7% bis 15% gezogen werden.

Sachregister

A.
 Abdampfnutzung 226, 228
 — kühlungsvorgänge 261, 262
 — schlußklappen 260
 — streifer 7
 Adsorption 43, 81, 82
 Aktivatoren 35
 Aktivierung 45
 Aktivität 79
 Albumine 42, 48, 67
 Ale 188, 190
 Aleuronschicht 21
 Alkalien 82—84, 86, 102
 Amerikanische Brauerei 135, 254
 Aminosäuren 42, 43, 62, 64, 67, 80, 87, 207, 211
 Amphotere Eigenschaften 62, 87
 Amylopektin 38, 86
 — phosphatase 37, 38, 86
 — zellulose 86
 Anionen 62, 83
 Anregungsstoffe 37, 62, 99, 101
 Anschwänzen bzw. -wasser 119, 142, 172, 173, 176, 177, 179, 181, 235
 — apparate 157, 170
 Antiforminlösung 184
 Antrunk 190
 Arabinose 34
 Aromatisierung 186 bis 188, 205, 213, 223
 Aschegehalt 82, 205
 Asparagin 43
 Astraplatte 278
 Ätherisches Öl (Hopfenöl) 187—189
 Atmosphärendruck 207
 Atmung 33
 Aubryscher Siebsatz 24
 Aufhacker 134, 136, 138 bis 142, 169, 171, 172, 177, 217, 218
 — krücken 245, 246, 248, 263
 — maischen, bzw. Aufwärtsmaischen 36, 38,

101, 108, 116—121, 134, 143, 145, 196
 Aufmaischstufen 38
 — verfahren 122, 123
 Ausbeute 13, 14, 19, 27 bis 29, 46, 76, 79, 95, 107, 118—120, 128, 185, 217—219
 — erhöhung 22, 129, 130, 182, 183
 — verluste 19, 128
 Ausflockungspunkt 57
 — putz 1, 3
 — süßen, siehe Treber, aussüßen
 — trebern 136, 138—141
 Autoklav 130
 Aziditätsgrad 197, 198, 202, 210, 212

B.

Bacchus 104
 Backstätte 104
 Bakteriengärung 89
 — vergiftung 90
 Basen 62
 Bazillus Delbrücki 89, 90, 103
 Belgische Brauereien 179
 Berieselungskühler 246, 250—252, 267—272, 279
 Berliner Weißbier 90
 Bernsteinsäure 83, 86
 Betain 43
 Bierart 35, 118
 — charakter 31, 142 bis 144, 187, 194, 218
 — schädlinge 97, 103, 187, 196
 — stärke 106
 — stein 91
 — steuergesetz 33
 — trübungen 81, 82, 121, 164, 167, 196, 197, 201, 202, 211, 226, 245
 Biologische Säuerung, s. auch künstl. Säuerung
 33, 89—98, 103, 176, 194, 197, 210

Bittersäure 34, 87, 187, 189, 190, 194, 195, 201, 205, 210—212
 — bestimmung 212
 — eiweiß 195
 — gehalt 190, 211, 212
 — stoffe 80—82, 102, 175, 193, 201, 202, 211, 212, 219, 265, 266
 — ung 186, 189—195, 233, 235, 245
 Blanklaufen 167
 Blattkeim 21, 45, 67, 77, 79, 99
 Bleibende Härte 84
 Bockbier 124
 Bodenkochung 203, 212 265
 Bonner Vereinbarungen 23, 27, 217
 Bottichbau 168
 — boden 168, 170
 — maische 108, 113, 124
 Braupfanne 105, 109, 111, 132, 133, 160, 163, 191, 199, 200, 235, 236
 — nanordnung 235—244
 — nboden 206, 222, 224, 232
 — Dimensionierung 235 bis 244
 — form 220, 229, 233
 — heizfläche 206, 221, 223, 228, 229
 — inhalt 205, 227, 278
 — tiefe 200, 220, 229
 Brauverfahren 112 bis 114
 —, Bayrische 109, 113, 116, 119, 128, 225
 —, Böhmisch 109, 116
 —, Fränkisch 112
 —, Köstritzer 112
 —, Münchner 116
 —, Preußisch 112, 113
 —, Rheinisch 112, 113
 —, Sächsisch 112, 113
 Brauwasser 30—33 35, 37, 68, 70, 72, 83, 84, 89, 98, 118, 94

- Bruchbildung 32, 79, 95, 117, 195, 196, 198, 200, 202, 203, 226, 233
 Bruttotemperatur 244
 Bühlersieb 20, 21, 24, 25
 Buttersäurebakterien 129
- C.
 Chloride 31, 32, 62, 83, 89, 210
 Cholin 43
 Croßmannfilter 179, 181
 Cyklon 1
- D.
 Dampf, direkter 227
 —, gespannter 222, 232
 —, indirekter 223
 —, überhitzt 223
 —, blasen 228, 232
 —, kochung 133, 188, 199, 206, 212, 220, 222—226
 —, Doppelboden 206, 223
 —, kosten 123
 —, mantel 222
 —, pfannen 198, 205, 207, 224, 229, 231
 —, röhren 225, 226
 —, spannung 206, 207
 —, schlangen 198, 225
 —, temperatur 206
 —, überdruck 163
 —, verbrauch 173
 Darmerepsin 48, 63
 Darren 3, 37, 57, 79, 97, 107, 205
 —, malz 4, 63, 88
 —, temperatur 57, 88
 —, zeit 57, 107
 Dauernd löslicher Stickstoff 45, 48—58, 64 bis 66, 71, 73—76, 94, 100 bis 102
 Dekoktionsverfahren 40, 59, 61, 107
 Delbag Anlagen 250, 256 bis 259
 Destilliertes Wasser 57, 83—85
 Dextrin 36, 39, 40, 98, 118, 176, 219
 Dextrose 39
 Diagramme 50, 144—153
 Diastase 21, 37—41, 95, 97, 117, 123, 125, 129
 —, gehalt 37
 —, schonung 37, 40
 —, vernichtung 37, 40, 116
 Dickmaischem 48, 89, 100, 107—109, 113, 114, 116, 117, 119, 127, 143, 155, 218
 Differentialgeschwindigkeit 9, 16
 Diffusionsvorgang 172, 173, 178
 Digestion 58
 Dinitrophenol 85
 Diskusplatte 277, 278
 Dismembratoren 7
 Dispersität 201, 211
 „Dom“ 227
 Dortmunder Bier 31
 Doppel-Sudwerk, siehe Vier-Geschirr Sudwerk
 Drei-Geschirr Sudzeug 104, 105, 107
 —, Maischverfahren 59 bis 62, 69, 72, 82, 88, 100, 108, 109, 116, 118 bis 120, 124, 143, 144, 145—147 (Diagramme), 191, 192, 196, 197, 203, 217
 —, walzenmühle 9, 19
 Druck 118, 206
 —, ausgleich 163, 176
 —, kochung 76, 186, 200, 201, 210, 218, 222, 223, 233—235
 —, maischbiere 131
 —, verfahren 130—132
 Duftbildung 186, 187, 189
 Dünne Maischen 48, 89, 100, 113, 114, 119
- E.
 Edestin 45
 Einfach-Sudwerk, siehe Zwei-Geschirr Sudwerk
 —, maischtemperaturen 40, 53, 59, 60, 68, 118, 120, 122, 123, 145—153
 —, Maischverfahren 47, 59—61, 68, 69, 72, 79, 88, 100, 118, 120, 127, 143—145, 151—153 (Diagramme), 196
 Einsprenge 4, 5
 Einstrom System 258, 259
 Eisenpfanne 220, 221, 223
 Eiweiß 22, 32, 34, 35, 39, 40, 42—80, 98, 120, 122, 123, 131, 195 bis 202, 207, 210, 219, 219, 221, 228, 229, 254, 262, 265
 —, abbau 28, 31, 38, 42 bis 80, 87—89, 91, 94, 95, 102, 103, 117, 118, 121, 143, 176, 196, 210, 211, 213, 218, 262, 263
 Eiweißabbautemperaturen 44, 80—88, 121, 122, 176, 185
 —, zeit 49, 51—53, 55, 58, 100
 —, ausscheidung bzw. -fällung 195—202, 214, 251
 —, gehalt 47, 196, 198, 205, 219, 265
 —, koagulation, s. koagulables Eiweiß
 —, lösung 53, 56, 77—80, 93, 94
 —, rast, siehe Eiweißabbau
 —, trübung, siehe Biertrübung
 Ellagengerbstoff 81
 Endosperm 9, 67
 Endvergärungsgrad 31, 39, 41, 95, 99, 123—125, 143, 253
 Englische Biere 188
 —, Brauerei 134, 136, 221 233, 273
 —, Pfanne 223
 Entkarbonisierung 103
 Enzymatischer Abbau 33—84
 —, -Schonung 58, 68, 69, 99, 100, 118
 —, -Schwächung 63
 —, -Vernichtung 58, 59, 61, 99, 100
 Erdalkalien 31, 82—84, 86, 102, 195, 265
 Essigsäure 184
 Extrakt, bzw. Extraktzahlen 9, 19, 20—22, 27, 28, 39, 40, 48, 67, 95, 119, 127, 142, 157, 168, 169, 172, 173, 175, 212, 216—219
 Extraktkontrolle 163, 167, 168, 177, 203
- F.
 Fällungsskala 43
 —, vorgang 61, 95, 202, 203, 210
 Farbkörper, bzw. Zufärbungen 80, 81, 114, 128, 129, 131, 166, 167, 176, 177, 233, 245, 251, 254
 Feingriese 9, 10, 14, 22, 29
 —, mehl 16

- Feinschrot 18, 182
 — trub 252, 263, 264, 266, 267, 279
 Fettgehalt 22, 219
 Feuerbrüche 224
 — kochung 186, 199, 200, 205, 206, 208, 220, 224 bis 226, 228, 233
 — pfanne 198, 205, 207, 220—222
 — raum 133, 206
 Feurungskosten 198, 200, 221
 Filterpresse 158, 178 bis 185
 — tücher 179—183
 — zellen 257
 Filtration 51, 162, 216, 217
 — sschicht 141, 171, 172
 Flächenkühler 271
 Fliehkraft-Staubsammler 1
 Flügelsystem 137, 138, 140, 142
 Formaldehydmethode 43
 Formolstickstoff 45, 48, 49, 51, 52, 54—58, 64 bis 66, 68—71, 73,—76, 94, 100—102
 Freikammerfilter 181
 Fünf-Geschirr-Sudwerk 235
 — -Walzenmühle 9—11, 18, 19, 29
 Furchenwinkel 16
- G.
- Galläpfel 245
 Gärung bzw. Gartätigkeit 35, 87, 114, 125, 195, 198, 202, 211, 216, 255, 265—267
 — störungen 81, 253
 Gasfeuerungsanlage 208, 209, 220.
 Gegenstromkühler, siehe Kühlapparate
 Georgi 112
 Gerbsäure bzw. -stoffe 80 bis 82, 87, 102, 175, 197, 201, 202, 204, 205, 210, 211, 219, 264, 265
 — eiweiß 195, 197, 202, 265, 266
 Gersteneigenschaften 77 bis 81, 87, 88, 174, 218
 — eiweiß 42, 44, 67, 99, 210
 — gummi 254
 — reinigungsmaschinen 3
- Gerstenweiche 88
 Gesamt löslicher Stickstoff 45, 48, 49, 51 bis 58, 66, 68—73, 100, 101, 110
 Geschmackskörper- bzw. -richtungen, bzw. -verbesserungen 80, 87, 96, 114, 116, 119—121, 123, 125, 128, 129, 131, 143, 175, 182, 188, 189, 195, 199, 202, 206, 207, 211, 212, 216, 218, 225, 233, 251, 254, 265—267
 Gießbrett 156
 Giftwirkung 91
 Gipsen, bzw. Gipswässer 33, 57, 81, 83—85, 87, 98, 103, 197
 Gitterkammerfilter 181
 Glatte Walzen 5, 9, 15
 Glattwasser 156
 Glukose 42
 Glutelin 81
 Glutintrübungen 265, 267
 Gosse 4
 Grant (Grand, alte Schreibweise) 92, 95, 109—111, 113, 163, 165
 Grätzer Bier 115, 190
 Greiner Verfahren 213, 215, 252, 266
 Griesmaische 127, 143
 — walzen 13, 16
 Grobgries 8, 9, 10, 12, 15
 — anteil 21, 29
 — schrot 18
 — trub 252
 Größenverhältnisse, Sudwerke 235, 236
 Grünmalz 63, 88, 97
- H.
- Hacker 138—140, 171 bis 173, 177, 217
 Hahngehäuse 164
 — küken 165
 Haltbarkeit 35, 38, 87, 95, 97—116, 125, 186, 187, 198, 265
 Handmörser 4
 Härtegrade 85
 Hartharz 205, 211
 Hartmalz 15, 37, 46
 Haspel 138, 139, 141
 Haube 133, 227, 229, 231, 237, 250
 Hauschild-Dreiwalzenmühle 8
 Heberrohr 164
 Hecht 154
- Hefe 31, 35, 40, 84, 87, 92, 99, 114, 187, 211, 253, 255, 266
 Heißfiltration 217
 Heißtrub 92, 202—208, 214—217, 246, 252, 262—264, 266, 279
 Heizfläche 221, 223, 228, 229
 — rohrsystem 225, 226, 229, 230
 Heizung, Boden — 223, 225—231
 —, Mantel 223, 225 bis 231
 Hemizellulose 22, 34, 35, 39, 41, 42, 95, 98, 99, 118, 131
 Hemmungstoffe 37, 40, 62, 99, 101
 Herführungsapparat 90
 Heßberg-Verfahren 191
 Hexosane 34, 99
 Hexosen 34
 Hilfskochvorrichtungen 222, 224, 227
 Hitzebeständigkeit 79
 Hitzeschädigung 48, 58, 69
 — wirkung 48, 53, 99
 Hochdruckheizung 232
 Hoch-Lang-Maischverfahren 122
 Hochleistungspfanne 133, 200, 205—207, 229 bis 235, 238, 240
 Hoch-Kurz-Maischverfahren 53, 59, 69, 72, 120, 121, 203
 Hochmaischverfahren 143 bis 145
 Hochmolekularer Stickstoff 56, 62, 78, 79, 94, 95, 102, 207
 Hopfenaroma 32, 186 bis 189, 191
 — biere 32, 120, 121, 175
 — einsparung 193
 — extrakt 189, 193
 — gabe 112, 128, 187, 189—192, 194, 195, 201, 204, 210, 212, 263, 265 bis 279
 — harz 191, 204, 205, 210, 211, 245, 253, 254
 — kessel 46, 92
 — kochen 81, 95, 96, 103, 114, 128, 185—213, 220, 262, 264
 — maische 110, 114
 — rösten 114

- Hopfenseiher 189, 203, 213
 bis 215, 250, 252
 — sorten 187, 189—191, 202, 203, 210, 265
 — sude 245
 — treber 191, 213, 214, 216, 252, 279
 — zentrifuge 216
 Hordein 45
 Humulon 211
- J.**
- Jalowetzsieb 20, 21, 24, 25
 Infektion 92, 96, 97, 103, 129, 255, 260
 Infusionsmaischverfahren 27, 28, 40, 58—61, 100, 101, 113, 115, 203
 Innenkühlung 254, 273, 274, 277
 Inosit 83, 86
 Invertzucker 34, 39
 Jodreaktion 38, 43, 117, 130
 Isoelektrischer Punkt 95, 197
 Isomaltose 39
- K.**
- Kalebassenbau 248
 Kaliumphosphat 32, 210
 Kalksalze 62, 82—84
 Kalorien 206
 Kältebeständigkeit 89, 120
 Kältetrübe, siehe Biertrübung
 Kalttrub 215—217, 252, 264—267, 279
 Kalter Satz 126
 Kalziumkarbonat 84, 87, 197, 265
 — phosphat 32, 87, 210
 — saccharat 83
 Kammerkühler 275
 — presse 179
 Kamradmühle 4, 5, 19
 Karamelisierungsvorgänge 131
 Karbonate 31—33, 83, 84, 87, 94, 95, 98, 210
 — gehalt 33, 99, 131, 194
 — härte 33
 — wasser 32, 33, 41, 57, 80, 83, 85, 87, 89, 90, 92, 96, 99, 103, 173, 177, 194, 197
 Kartoffelstärke 130
 Kastenkühler 273
 Kationen 62
- Keimfreie Luft 249, 250
 Kesselfeuerung 104
 — maischverfahren 126
 Kieselsäure 82—84
 Klärung 95, 114, 121, 125, 162, 253
 — szusatz 111, 195
 Kleber 114
 Klosterbrauerei 106, 110, 186
 Knospe 154
 Koagulables Eiweiß 56 bis 58, 61, 62, 66, 68, 72—76, 100, 101, 186, 195, 196, 202, 204, 210, 214
 Kochmaischen 23, 28, 36, 38, 40, 57, 59—61, 69, 100, 101, 109, 113, 115, 119, 121, 122, 124, 196
 Kochmittel 220—224
 Kochzeit 22, 28, 68, 72, 76, 80, 82, 118—120, 143, 144, 189, 191, 194, 196, 200, 204, 205, 210 bis 212, 217, 228, 233, 234, 263
 Kock, Zusatzkocher 212, 226, 227
 Kofent 113, 156
 Kohle aktive 43
 Kohleersparnis 178, 224, 233, 234
 Kohlestickstoff 48, 65, 72—76, 101
 Kohlenkosten 123
 — verbrauch 173
 Kolloidales Eiweiß 61, 72—75, 93, 94, 96, 102, 201, 212
 Kölnisch, obergärig 115
 Komplexverbindungen 201
 Kongreßverfahren 21, 22, 41, 66—68, 70, 82—84, 86—88, 101, 218
 Konvektionskochung 232
 Kraftbedarf 18, 182
 Kriegsbieri 77, 78
 Krücke, Hand und mechanisch 248
 Kubessa-Verfahren 127, 128
 Kühlen (Kühlung) 111, 114, 195, 202, 211, 215, 244—278
 — apparate 214, 216, 217, 248, 249, 252, 253, 260, 262, 264—278
 — bottich 249, 250, 254, 272, 273
- Kühlräder 245
 — raum 258
 — rohre 245, 268—270, 272, 275
 — ruhe 244, 253, 264
 — schiff 110—114, 203, 213, 214, 217, 244—278
 — ersatz 244, 248 bis 258
 — — größe 260
 — — haus 255—260
 — schlange 249, 276
 Künstliche Säuerung 58, 65, 68, 76, 93, 98, 99, 103
 Kupferpfanne 220, 221
- L.**
- Lagerung 195, 202, 211, 216, 265
 Laktate 210
 Läuterapparate 160—162, 220
 — batterie 163—168, 176, 192
 — boden 118, 155, 157 bis 161, 169
 — bottich 25, 28, 107, 113, 127, 130, 154 bis 178, 182, 184, 214, 217, 218, 220, 235—237, 241, 252
 — schrot 16, 17, 25, 26, 28
 — druckregler 166
 — fläche 162, 176, 185
 — gestelle 105, 162, 176
 — hähne 163—167, 169, 170, 172, 176, 177, 214
 — schalen 161, 162
 — schicht 105
 — streifen 156
 — zeit 163, 168, 170 bis 173, 175, 182
 Läuterung 5, 8, 9, 19, 26, 32, 46, 79, 96, 109, 110, 114, 117, 126, 129, 130, 142, 154—185, 213, 217, 218, 220, 233
 — ununterbrochene 170, 171, 177, 185
 Lautermäische 107, 108, 116, 117, 127, 143
 Leugering-Anlage 250
 Leuzin 43
 Leukosin 57, 58, 61, 101
 Lichenase 34, 42
 Lichenin 35, 42, 99
 Lintner Einheiten 37
 Lochung 156, 158, 176

Löslicher Stickstoff, siehe
ges. löslich. Stickstoff
Lösungsgrad 3, 27, 45 bis
48, 102, 196, 210
Luft 157, 164
— abschuß 215
— zutritt 163, 166, 176,
230, 245, 269, 277
Lüftung, sterile 254 bis
262
Lupulon 211

M.

Magnesiumsalze 31, 62, 82
bis 84, 265
Magnesiumphosphat 32,
210
— sulfatstickstoff 72 bis
76, 101
Magnetapparate 1, 6
Mahlfläche 18
— gang 7, 9, 11, 12, 14
— mühle 4, 5, 19
— scheiben 7
Mais 130
Maischapparate 132—142
Maischen 104—115
Maischbottich 105, 107,
109, 111, 132, 163
— efilter 26, 28, 178 bis
185, 220, 235, 239, 242
— — schrot 16, 17, 26,
28
Maischekochen 22, 40,
58, 68, 72, 76, 80, 81,
83, 101, 104, 109, 114,
121, 123, 126, 134, 143,
144, 199, 205, 224
— konzentration 44, 63,
101, 119
— methoden 23, 28, 35,
36, 58, 65, 68—71, 78,
79, 88, 94, 97, 99, 100,
101, 107, 115, 117, 118,
120—153, 176, 196,
197, 203, 217, 218, 220,
262
— temperaturen 104 bis
153
— zeit 104—153
Maltodextrin 39
Maltose 36—41, 95, 98,
99, 107
Malzart bzw. -beschaffen-
heit 27, 54, 68, 69, 118,
121, 122, 175, 182, 183,
196, 203, 218, 219, 223
— aroma 32, 143, 186,
195, 199, 205
— auszug 49
— mehlmaische 127

Malzputzanlage 2, 3
— quetsche 7
— waage 7
Markenbiere 192, 193
Maschenweite 17, 19, 20,
24
— zahl 21, 24
Metallfilter 257
Meurapresse 179, 181
— pfanne 231
Milchsäure 33, 83, 84, 86,
90, 91
— bakterien 89, 91, 92,
97, 129, 187
Mineralstoffe 22, 30, 31,
34, 36, 39, 40, 82—84,
131, 183, 204, 211, 219,
265
Mitrailleusenkühler 273
Möllerfilter 258—260
Montejus 214
Mörser 4, 105
Mühlenarten 4, 7
— leistung 18
— steine 5
Münchner Bier 31
— Malz 88
Mürbmalz 15, 37, 46

N.

Nachgärung 266
— güsse, bzw. -bier 106,
110—114, 119, 156,
163, 168, 169, 172 bis
177, 179, 185, 191, 192,
194, 210, 233
— mahlungsvorgang 10
— trunk 190, 266
Nacktgerste 81
— nmalz 81, 82, 197
Naßmahlung 191
Naßtreber 219
— trub 202
Nathan-Verfahren 251,
266
Natriumsalze 62
Niederdruckheizung 231,
232
Niedrig molekularer
Stickstoff 56, 79, 94
Normen 23
Nukleoproteide 86

O.

Obergärung bzw. ober-
gärrige Biere 113, 115,
233
— teig 156, 172, 177
Ölfeuerung 208, 220
Oxalsäure 86

Oxydation 190, 191, 204
211, 254
Oxydatische Enzyme 122,
166, 167, 177

P.

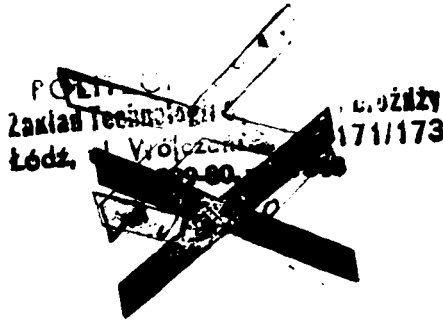
Parfümierte Biere 188,
189
Pasteurisierte Biere 81,
89, 202
Paternoster Anlage 257
Pektine 22, 34, 35, 39, 42,
95, 98, 219
Pentosane 34, 39, 40 bis
42, 99, 131, 219
Pentosen 34, 39
Pepsinase 63
Peptase 63
Peptidase 48, 56, 63 bis
65, 79, 80, 102
Peptidspaltung 48
Pepton 49, 67, 77
— bestimmung 43
Perfekt Apparat 227, 228,
265
„Pfaff“ 155
Pfanne, s. Braupfanne
— ndunstkondensator
226
Pflügen 172
Pfungstädter Plansichter
21
— Sieb 23—26
ph-(Gebiete und -zahlen)
32, 33, 37, 40, 48, 50,
54, 57, 58, 63—65, 72,
75, 84—95, 99, 101,
103, 166, 167, 194, 197,
202, 211, 212
— bestimmung 41
— -Optimum 40, 41, 61,
63, 64, 80, 210, 211
— verschiebung 58, 62,
63, 74, 91, 93, 94, 97,
102, 103, 175, 210
Phönixplatte 277, 278
Phosphate 34, 62, 83, 85,
94, 129, 210, 265
— pufferung 86
Phosphorabbau 31
— -Proteine 86
— säure 82—84, 86, 95
— verbindungen 35, 37,
82—84, 98, 102
Phytin 83, 85, 86
Pilsener Bier bzw. —
Brauerieien 31, 119,
120, 124, 143
Planetenaystem 136, 137
Plansiebe 2, 3
Plattenkühler 275—278

- Poliermaschinen 1, 2
 Porter 188, 190
 Polypeptide 62, 79, 80, 102
 Preßwalzen 178
 Propeller Rührwerk 130, 133, 138, 142, 249
 Protease, bzw. Proteinase 48, 56, 63—65, 79, 82
 Proteolytische Enzyme, bzw. —r Abbau 42, 44 bis 48, 51, 52, 58—61, 68, 69, 79, 93—95, 99, 101, 121, 122, 129 — siehe auch Pepsinase, Peptase, Peptidase, Protease
 Proteolytmalz 33, 97, 98, 103
 Pudermehl 23
 Pufferstoffe 35, 40 — ung 32, 36, 84—89, 103, 209
Q.
 Quellgebiet 168, 169, 179 — körper 142
R.
 Rahmenfilter 180, 181 — presse 179
 Randeiweiß 46
 Raschigringe 257
 Rauchmalz 112, 187
 Rechensystem 136, 172
 Reinigungsanlage 1
 Reinkesieb 20, 21, 24
 Restmaische 38, 40, 59 bis 61, 117
 Riedingermühle 6, 15
 Riffelwalzen 5, 9, 15 — mühle 5
 Rohrzucker 34, 39, 213
 Röstaroma, siehe Malzaroma
 Roste 206, 221
 Rotation 139 — sbürsten 2 — kochung 203, 206, 207, 230
 Rothenbücher-Verfahren 126, 127
 Rübenzucker 178
 Rührwerke 133, 137, 138, 160, 171
 Rutschmann-Verfahren 126, 127
S.
 Salinen, Salzlager 32
 Salzsäure 33, 85, 86
 Samenschalen 80
 Sammelbottich 109, 214, 250, 252 — rohr 163—166, 176
 Sarzinen 90, 96, 103
 Satzbrauerei 126
 Sauergut 89—93, 97, 98, 103 — maische 89
 Sauerstoffaufnahme 252 bis 254 — bindung 253 — gehalt 253
 Säurebehandlung 33 — bildung 84—89 — mehrer 32 — schutz 97 — tilger 32
 Säurungsverfahren, siehe biologische und künstliche Säuerung
 Sechs-Geschirr-Sudzeug 235, 241 — walzenmühle 9—13, 15—19, 22
 Seckmühle 22
 Segner'sches Rad 227
 Seibbottich 105, 154 — platte 161
 Senkboden 113, 155, 160 bis 162, 169, 171, 176
 Setzbottich 114, 217, 251, 252, 266, 279
 Siebanordnung 12, 17, 18 — boden 162 — fläche 18, 161, 162 — satz 10, 17, 20 — trommel 3, 178 — zylinder 178
 Silikate 265
 Sonderbiere 175
 Sommerbiere 112, 187, 244
 Sortierungsquotient 29
 Spaltapparat 12, 13 — kraft 80 — walze 13
 Speckige Gerste 46
 Speisewalze 6, 11, 13
 Spelzen 1, 3, 7, 9, 11, 13, 14, 21, 29, 42, 80, 81, 102, 114, 118, 119, 142, 264 — gerbstoff 197, 264 — maische 127, 143 — — Schonung 8
 Spindeln 139, 168
 Springmaischverfahren 123—125
 Sprödigkeit 27
 Suddauer 220
 Sudhausanlagen 105, 209, 236—244
 Sulfate 31—33, 62, 83, 87, 210 — härte 33 — wasser 32, 33, 41, 83, 89, 96, 194
Sch.
 Schaufelsystem 136, 138 bis 141
 Schaum 35, 38, 42, 73, 76—80, 95, 96, 99, 102, 103, 121, 122, 211, 245
 Schlauchfilteranlage 1
 Schleimbildung 90
 Schleudermühle 7 — wirkung 142, 228
 Schlitzung 156, 159, 176
 Schlüsselenzyme 86, 102
 Schmelzpunkt 224
 Schmitz'sches Verfahren 125, 126
 Schnellläuterung 170 — kühlung 264
 Schottisches Drehkreuz 157
 Schrotbeschaffenheit 14, 25, 26, 30
 Schroterei 242, 243 — frage, Entwicklung der — 19—30, 217 — mühle 1, 19, 126, 218 — rohr 136 — prüfung 23 — sortierung 19, 21 — ung 1, 4—17, 27, 37, 81, 126, 168, 175, 182, 185, 217, 218 — verbesserung 13, 22 — -Wasserverhältnis 48, 99, 108, 119, 176 — zusammensetzung 22, 23, 27, 29, 30, 118
 Schüttelsieb 6
 Schwachbier 106
 Schwadenbildung 261, 262
 Schwammfilter 127
 Schwand 278, 279
 Schwenkrohr 164, 165
 Schwermetallsalze 42
 Schwimmer 251, 262
 Schwimmkiste, Hoffmann 157, 171, 172, 177
St.
 Stampfmörser 4
 Stärke 34—41, 46, 76, 98, 104, 117, 118, 126, 128,

- 130, 157, 199, 218, 219
 Stärkeabbau 31, 35—36, 38, 39, 44, 87, 95, 98, 103, 107, 117, 118, 120, 123, 219
 —, lösliche 40
 Staubbeseitigung 3, 12, 112
 — sammler 77
 Steigrohr 225
 Steinbrauerei 104, 105
 Steinecker-Vogelsieb 19
 — -Zweiwalzenmühle 6, 15
 Steinsieb 6
 Stellboden 154
 — hefe 111
 Stickstoffverbindungen, siehe dauernd löslicher Stickstoff, gesamt löslicher Stickstoff, koagulabler Stickstoff, kolloidaler Stickstoff
 Stofffilter 258
 Stromlinienführung 277
 Strömungsbild 206, 258 bis 260
- T.**
 Tanninfällung 43
 — stickstoff 48, 72—76, 101
 Taschenkühler 273
 Teigbeseitigung 157
 — bildung 160
 Teilgaben 191—194
 — maischen 36, 107
 Termobakterien 129, 187
 Testa 102
 Testilupin 81
 — nsäure 81
 Thermometereinführung 108
 Titrationsalkalität 85, 86, 103
 — azidität 32, 84—86, 103, 211
 Tourenzahl (Mühlen) 17, 142
 Treber 8, 29, 30, 35, 46, 82, 95, 106, 110, 114, 119, 139—142, 155, 157, 162—168, 171—178, 218, 219, 262, 264
 —, aussüßen 46, 119, 120, 126, 156, 166, 168, 169, 171—175, 177, 205, 218, 220
 — lagerung 9, 160, 169
- Treberlockerung 173, 177, 185
 —, Nährwert 219
 — oberfläche 172, 176, 177
 — schicht 14, 164, 166, 172, 177
 — trockenapparat 178
 Trockenmahlung 191
 — treber 219
 Tropfrinne 268
 — wasser 112, 244, 255
 Trub 111, 114, 202—208, 215—217, 246, 248, 255, 262, 263, 266, 267
 — geschmack 216, 265
 — presse 202, 215, 255, 263
 — zusammensetzung 204, 205, 263
 Tryptase 45, 56, 63, 65
 Tyrosin 43
- U.**
 Ultrafiltration 43
 Umhacker, siehe Hacker
 Urpektin 42
 Ursprungsweiß 57, 80
- V.**
 Ventilatoren 3, 229 245
 Verdampfung 203, 207, 226, 228, 229, 233
 Verdrängungsvorgang 171—173, 235
 Verkleisterungszone 123
 Verzuckerungszeit 21, 37, 41
 — temperatur 124, 126, 127, 129, 131, 144
 Vertikalläuterung 161
 Vier-Geschirr-Sudzeug 133, 235, 237, 238, 240, 243
 — — — doppelt 209, 241
 — Walzenmühle 9, 10, 16, 18, 19, 29
 Viskosität 173, 176, 212, 229
 Vogel-Sieb 19, 20, 24
 Vollmundigkeit 35, 42, 87, 95, 96, 99, 103, 116
 Vorbrechwalze 15
 Vorderwürze 48, 67, 68, 72, 76, 87, 89—93, 101, 119, 130, 156, 162, 166, 171, 176, 192, 196, 205, 210—212
 Vormaischer 133—136
 — verfahren 108, 128 bis 130
- Vorstellbottich 215, 266
 Vorwärmer 33
- W.**
 Walzenabstand 27
 — druck 14
 — durchmesser 7, 14, 15
 — konstruktion 14
 — länge 15, 18
 Walzenmühle 5, 7
 — oberfläche 15
 — paar 10, 12, 15, 16
 — stellung 27, 29
 Wärmedurchgang 221
 — energie 221
 — stauung 226
 — übertragung 228, 229, 261
 Wasser, siehe Brauwasser
 Wasseraufbereitung 32, 33, 144, 210
 Wassertsalze 41, 82—84, 103, 204, 209
 — stoffkonzentration, siehe ph.
 — typen 32, 189
 — verbrauch 173, 175, 220
 — verdampfung 186, 205, 220, 261, 262, 279
 Weichharz 187, 189, 190, 194, 195, 211
 Weizenkleber 49
 Windisch-Kolbach-Einheiten 37
 Wirbelströme 259, 260
 Wöllmer-Formeln 190
 Wrasenabzug 188, 200, 226, 230
 — bildung 256
 Würzeablauf 14, 164, 166, 169, 170
 — auftrieb 231
 — belüftung 252—255
 — kochen 110, 112, 114, 133, 185—213
 — kreislauf 225, 229, 251, 252
 — kühlung, siehe Kühlung
 — pfanne 95, 109—111, 119, 133, 217, 220, 222, 235, 236
 — salze 35, 83, 204, 209
 — spiegel 156, 165, 177, 222
 — stärke 189, 195
- X.**
 Xylose 34

Z.**Zellulose** 22**Zentrifuge, Maische** 158, 178—, **Hopfen** 213, 216, 254**Zinnempfindlichkeit** 81, 82, 120, 121, 196, 197, 202**Zirkulationskochung** 221**Zucker** 34, 40, 98, 107, 118, 122—125, 198, 206, 213, 219, 257**Zucker/Dextrin-Verhältnis** 32, 35, 37, 38, 117, 123**Zuckerhärte** 107**Zusatzkocher** 200, 205, 206, 212, 226—229, 265**Zwei-Geschirr-Sudzeug** 107, 126, 133, 235, 242**Zwei-Maischverfahren** 47, 59—61, 69, 72, 82, 88,

118—120, 143—145, 148—151 (Diagramme) 196, 203

Zwei-Stromsystem 259, 260**Zweiwalzenmühle** 9, 16, 217**Zylinder-Kühler** 270, 272— **Siebe** 2**Zytase** 34, 37, 42, 46, 129

Illustriertes Brauerei-Lexikon. Begründet von Max Debrück. Zweite, neubearbeitete Auflage. Unter Mitwirkung führender Wissenschaftler, herausgegeben von Prof. Dr. F. Hayduck, Berlin. 2 starke Bände. Mit 100 Bildnissen und 611 Textabbildungen. In Halbleder gebunden Rm. 48,00

„Es ist erstaunlich, mit welchem eifrigem Fleiß alles mit der Brauerei und Mälzerei in Fühlung tretend gesammelt und ausgearbeitet wurde. In sehr ausführlichen, umfangreichen, gewandt geschriebenen Darlegungen entledigen sich die Autoren ihrer Aufgabe. Es dürfte wohl kaum einen mit der Brauerei zusammenhängenden Stoff geben, der nicht wenigstens in seinen Grundzügen besprochen wäre. Das Werk bietet jedem Fachmann, gleichviel ob Wissenschaftler oder Praktiker, eine Fülle von Anregungen, und wird dazu beitragen, die gewonnenen Kenntnisse zu verwerten und auszubauen. Ein vorzügliches Buch! Nicht nur äußerlich tadellos, sondern auch inhaltlich von unschätzbarem Wert.“

(Schweizer Brauerei-Rundschau.)

Chemie des Brauwesens. Von Dr. Heinrich Lüers, Professor an der Techn. Hochschule in München. Gebunden Rm. 21,60

„Ein ausgezeichnete umfassende Überblick über den Stand unseres heutigen Wissens. Das allen Ansprüchen genügende Werk beginnt mit einem allgemeinen Teil, in dem die Chemie der Kohlehydrate, Eiweißkörper, Fette, Enzyme und Vitamine behandelt werden und legt damit den Grund zum speziellen Teil der Chemie des Brauwesens, in welchem die Zusammensetzung der Rohmaterialien, die chemischen Vorgänge in der Mälzerei, im Sudhaus und im Gärkeller behandelt werden, um sich schließlich mit den Eigenschaften und der Zusammensetzung des fertigen Bieres zu befassen. Das Buch ist leicht faßlich und anschaulich geschrieben; es ist ein unentbehrlicher Ratgeber für den Studierenden sowohl als auch für den Gärungsfachmann, der sich die Fortschritte der chemischen Forschung zunutze machen will.“

(Chemiker-Zeitung.)

Brauerei-Maschinenkunde. Von Prof. W. Goslich und Dr.-Ing. K. Fehrmann. Zwei Bände. Gesamtpreis gebunden Rm. 25,80

1. Kraft- und Wärmewirtschaft. Vierte Auflage. Neubearbeitet von K. Fehrmann. Mit 110 Textabbildungen. Geb. Rm. 15,—

2. Die Arbeitsmaschinen. Von K. Fehrmann. Mit 288 Textabbildungen. Gebunden Rm. 10,80

Die großen Fortschritte des Maschinenwesens im modernen Brauerei- und Mälzereibetriebe zwingen jeden Fachmann, sich mit der Technik dieses Gewerbes genau vertraut zu machen und alle Neuerungen zu verfolgen. Ein zuverlässiger Führer und Berater hierfür ist das ausgezeichnete Lehr- und Nachschlagebuch von Goslich-Fehrmann, das für den Praktiker wie Studierenden von gleichem Nutzen ist.

Das Getreidekorn. Seine Behandlung, Trocknung und Bewertung in der Praxis, nebst Darstellung von Speicherbauten und deren Zubehör. Von Prof. Dr. J. F. Hoffmann. Zweite, neubearbeitete Auflage. Herausgegeben von Prof. Dr. K. Mohs, Direktor des Instituts für Müllerei in Berlin. Zwei Bände. Gesamtpreis gebunden Rm. 53,—

1. Die Behandlung, Trocknung und Bewertung des Getreides. Mit 199 Textabbildungen. Gebunden Rm. 26,—

2. Die Getreidespeicher. Mit 462 Textabbildungen. Gebunden Rm. 27,—

„Das Werk wird jedem Brauer und Mälzer ein guter Berater sein. Es gehört mit zu den leistungsfähigsten Büchern über die Behandlung und Lagerung des Getreides, so daß sich jeder selbst schädigt, der die gegebenen vielseitigen Anregungen und Vorschriften unbeachtet läßt. Dieses Buch empfiehlt sich durch den gediegenen Inhalt von selbst.“

(Tageszeitung für Brauerei.)

