

Pareys Bücherei für chemische Technologie

Herausgegeben von Prof. Dr. F. Hayduck in Berlin

Neunter Band

F. Schönfeld

Brauerei und Mälzerei

Band 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

Inhaltsverzeichnis

Kapitel I

Das Reinigen und Schrotten 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 Schrotten	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 = (Jalowitz) 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 Säureverfahrens	89
β) Herstellung von Sauergut	90
γ) Verschiebung des pH	91
δ) Einwirkung auf die proteolytischen Enzyme	93

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

Malschverfahren und Blertypen	142
---	-----

Kapitel VI

Malschverfahren — Ausschnitte aus der Praxis	144
--	-----

Kapitel VII

Das Läutern

A. Das Läutern über den Läuterbottich	154
1. Die älteren Einrichtungen	154
2. Die Verläufer 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 Auschwänzern	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 *verf.*

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 Wrasenschutz 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 (K Kühlschiff) 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) Horizontale Gegenstromkühler 272 — d) Innenkühler 273 — d/a) Taschen- und Röhrenkühler 273 — d/β) Plattenkühler 275	
C. Sch wand	279
Alphabetisches Sachregister	280

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 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 vonstatten 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 Hülsen 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.

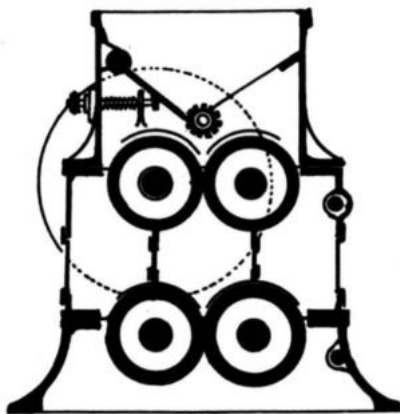


Abb. 4. Doppel-Walzenstuhl nach Riedinger

b) Glatte Walzen

Die geriffelten Walzen weichen mehr und mehr den glatten.

So konstruiert Steinecker¹⁾ 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 verschrotene Malzmenge 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.

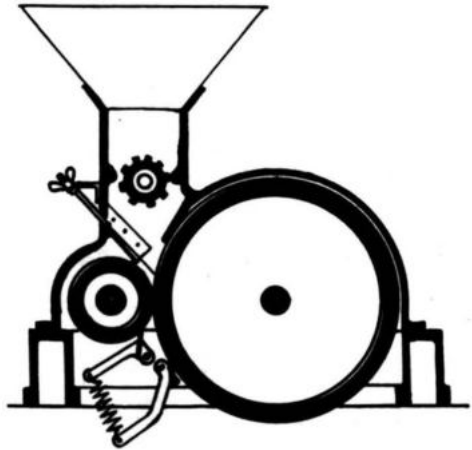


Abb. 5. Malzquetsche (Germania)

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 Stiftreihen der festen greifen. Das Malz wird dadurch einer hin- und hergehenden Schleuderwirkung 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.

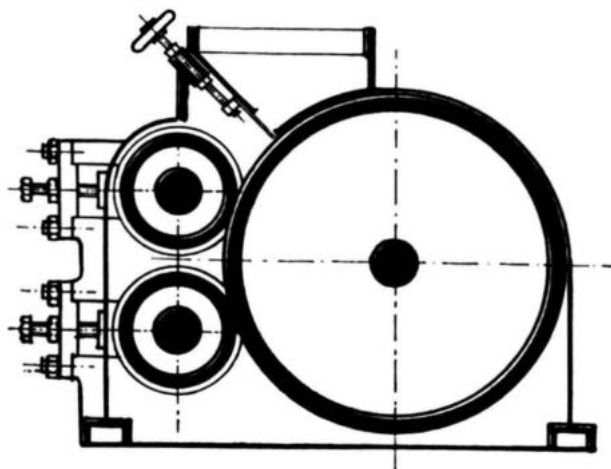


Abb. 6. Drei-Walzenmühle (Hauschild)

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 Griese 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 Einmischmenge 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, wengleich 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 zerschlissen 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 abgeleitet¹⁾. (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-

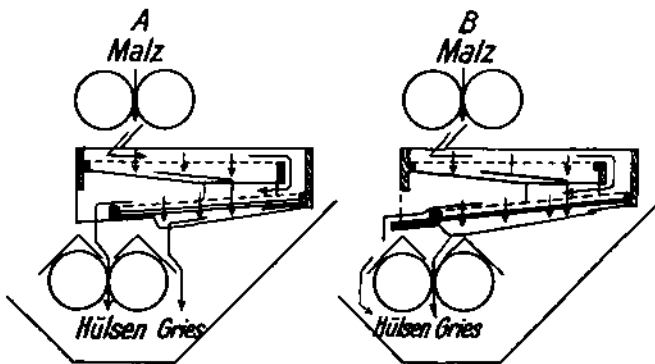


Abb. 7.
Nachmahlung der Hülsen
Vier-Walzenmühle (Mlag)

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.

zweiten und dritten Walzenpaares, welche in der Mühle nebeneinander eingebaut waren. Die Lösung des Problems wurde nun (S e c k) darin gefunden, daß der dritte Mahlgang anstatt neben, hinter dem zweiten angeordnet wurde, wie es zuerst bei der Fünfwalzenmühle (Simon, Bühler & Baumann) geschah.

Diese enthält drei Siebe. Nach dem Durchgang durch das erste Walzenpaar wird das Feinmehl abgesiebt. Gries und Spelzen durch die zweite und dritte Walze nochmals zerkleinert. Nachdem nun von neuem Mehl abgesiebt ist, rutschen die Spelzen über das zweite Sieb hinweg in den Schrotkasten, während die durch das Sieb hindurchfallenden Gries

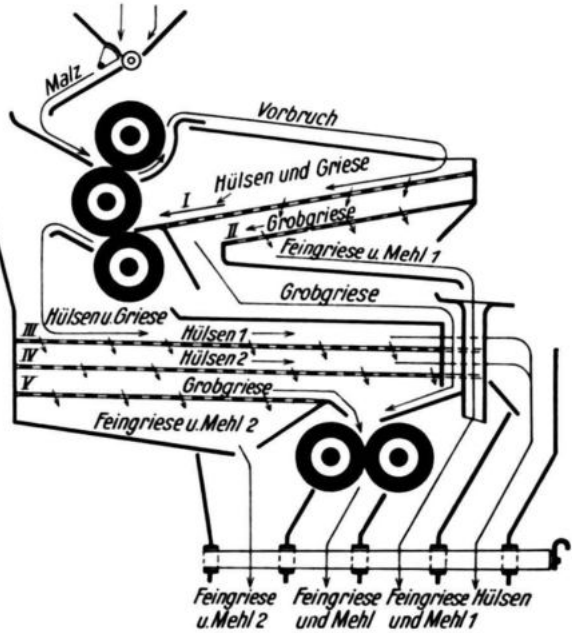


Abb. 9. Fünf-Walzenmühle (Bavaria)

nochmals durch das letzte Walzenpaar zermahlen werden.

Die Konstruktion hat in jüngster Zeit wieder eine Verbesserung (Bavaria; Bühler) erfahren, die den Zweck hat, die Körner

in gleichmäßiger Lage dem ersten Walzenpaar zuzuleiten, und die Sichtung zu erhöhen. Ein unterhalb der Speisewalze befindliches, geneigtes Blech bewirkt, daß die in dünnem Strom herabgleitenden Körner sich breit auf die Unterlage legen, und in dieser Lage dem ersten Walzenpaar zugeleitet werden, was für eine gleichmäßige, gute Quetschung besonders günstig ist. Auf einem anderen geneigten

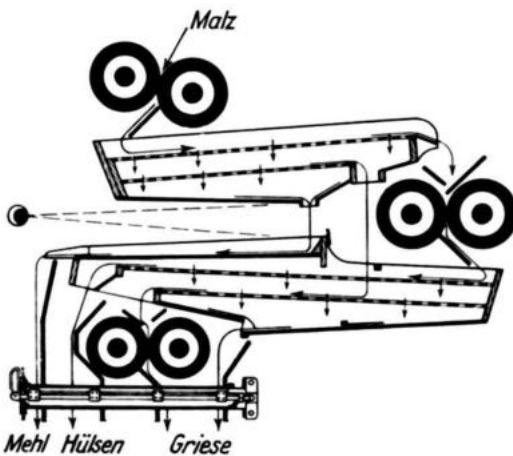


Abb. 10. Sechs-Walzenmühle (Mlag)

Blech wird das gequetschte Schrot dann weiterschoben, 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 Staubeentwicklung 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

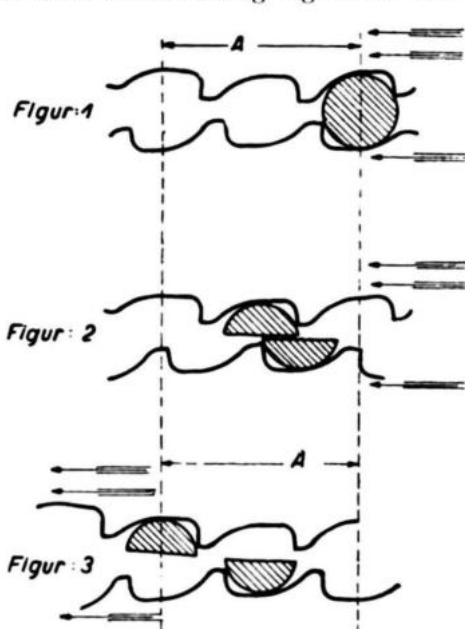


Abb. 11. Spaltvorgang

den 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 (Greffenus-Miag) sollte erst noch das Korn vor der Zerkleinerung durchschneiden, es in zwei Hälften teilen, um das Ausschälen, namentlich

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 Hülsen 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 Schrotens 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 Mehlanteil 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 Schrotten 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 Schrotetes 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 Glatwalzen 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.

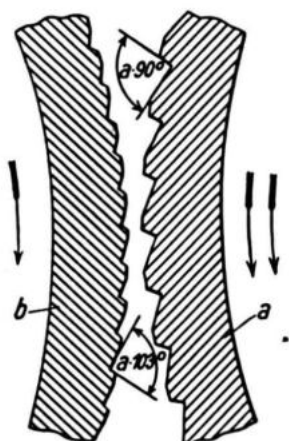


Abb. 13. Walzen mit verschiedenen Furchenwinkeln (Seck)

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 vorbrechen, 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 Griese) 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 Schlitze 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 Mag.

Länge der Walzen	Stundenleistung		Stundenleistung 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	fein	un- ten
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		Stundenleistung 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	26—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. Aubry¹⁾.

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⁾ Aubry, 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 *Vogel'sche 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.

Jalowitz benutzte einen Siebsatz, bei welchem

das oberste Sieb auf 1 qcm 16 Maschen (Spelzen)
das zweite „ „ 1 „ 36 „ (Grobries I)
das dritte „ „ 1 „ 64 „ (Grobries 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 Schroten, 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 *Jalowitz'schen* 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.

fand ¹⁾, 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 Grobgriese) 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 Haupterzeugungsstätten der Diastase enthalten sind: die Aleuronschichten und die Blattkeime, welche der Zerkleinerung am meisten Widerstand entgegensetzen ²⁾.

Die Bedeutung der weiteren Zerkleinerung der Griese 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 Feingriese (die Griese, welche durch das Sieb mit 64 Maschen hindurchgehen) gaben beim Vermahlen indes nichts mehr her.

Auch B l e i s c h ³⁾ 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 %	
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

¹⁾ Miller, Zeitschrift für ges. Brauwesen 1911, S. 61.

²⁾ 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 B ü h l e r 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 Vermischen der zu Mehl zermahlenden 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 B l e i s c h ²⁾, welcher auf die Überlegenheit des S e c k m ü h l e n s c h r o t e s 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 F r i e s.

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 (B l e i s c h, W i n d i s c h ³⁾ u. a.) kommen zu

¹⁾ Siehe Tabelle S. 21.

²⁾ B l e i s c h, Zeitschrift f. ges. Brauwesen 1908, S. 75.

³⁾ W i n d i s c h, 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 Schrottes keineswegs bei der Verarbeitung im Sudhaus in gleichem Sinne weiterlaufen.

Ergänzend und korrigierend greifen die *M a i s c h m e t h o d e n* mit ihrem enzymatischen Abbau und den verschiedenen Kochmaischen ein, welche die Ausbeuten bei schlechten Schrotten so erheblich stärker erhöhen können, daß der Einfluß der Schrotunterschiede weitgehend ausgeglichen wird.

3. Normen für die Schrotzusammensetzung

Trotz alledem 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 Grobgrieße 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*, Pfungstadt³⁾, gewann man die Überzeugung, daß die Beurteilung des Mehles nach möglichst strengen Gesichtspunkten erfolgen solle. Es sollten nicht nur die Grieße 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 Gries größerer 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 (ergänzt durch Miller)	2704 (Mehl I)		

(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 Pfungstädtersiebes 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 Pfungstädtersiebes 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 Pfungstädtersiebes, 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 Pfungstädtersiebes (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 Läuterbottichschrote¹⁾ kann man somit Schrote folgender Zusammensetzung bezeichnen:

Läuterbottichschrote, Pfungstädtersieb.

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 zerschleifen, ist indes auch hierfür ein Haupterfordernis. Vollständig ist es allerdings nicht zu erreichen, so daß in die Sorte II und auch III zerschlossene Spelzen hinübergehen.

Wenn Maischefilterschrote 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 Maischefilterschrot stark herabgedrückt; andererseits Feingries und Mehl anteilig erhöht. Zu beachten ist indes, daß der Mehlgelhalt 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 Maischefilterschrote¹⁾ sind Schrote von etwa folgender Zusammensetzung anzusehen:

Maischefilterschrote, 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 Griese 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 allgemein 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 Infusionsmaisverfahren gibt eine höhere Ausbeute zugunsten der Mehlvermischung. 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 zugänglich 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 Grobgriese sind es aber, welche nicht so gut ausgebeutet werden, wie Feingriese 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 Grobgriesanteil, 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 Grenzl意思ien 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—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. 1609.

²⁾ Desgl. 1926, S. 650.

³⁾ Desgl. 1929, S. 526.

⁴⁾ Siehe auch diesen Band: Kapitel II F.; Mineralbestandteile.