

Pareys Bücherei für chemische Technologie

Herausgegeben von Prof. Dr. F. Hay duck in Berlin

Siebenter Band

F. Schönfeld

Brauerei und Mälzerei

B a n d II

Handbuch der Brauerei und Mälzerei

Von

Dr. F. Schönfeld,

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

Zweiter Band:

Das Mälzen



Mit 108 Textabbildungen

BERLIN

VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY

Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen

SW 11, Hedemannstraße 28 u. 29

1932



7277

ALLE RECHTE,
AUCH DAS DER ÜBERSETZUNG, VORBEHALTEN
PRINTED IN GERMANY

DRUCK VON JULIUS BELTZ IN LANGENSALZA

Inhaltsverzeichnis

Kapitel I

Die Vorbereitung der Gerste für die Vermälzung	Seite
I. Notwendigkeit der Reinigung und Sortierung	1
II. Reinigungs- und Sortierungsverfahren . . .	2
Steinzylinder	3
Triebre	4
Sortierzylinder	5
Magnet	7
Entgranner	7
Entstaubungsanlagen	9
Schlauchfilter	9
Cyclone	9
Praktische Ausführungen	10

Kapitel II

Das Weichen	
I. Die Entwicklung des Weichbegriffes	13
A. Die älteren Verfahren	13
B. Die späteren Verfahren (Periodisches Weichen, sogenanntes Luftwasserweichen)	14
II. Vorrichtungen zum Waschen und Lüften	16
A. Waschen außerhalb des Weichstocks	16
1. Im einfachen Arbeitsgang beim Einlauf in den Weichstock	16
2. In einem Arbeitsgang vermittelt Trommeln mit durchlochem Mantel oder siebartigen Mulden	17
B. Waschen unter gleichzeitigem Lüften innerhalb des Weichstocks	18
1. Durch Rührwerke ohne, bzw. mit gleichzeitiger Belüftung durch die geschlitzten Arme bzw. Schaufeln	18
2. Durch verschiedenartig geformte auf dem Boden des Weichstocks liegende Lüftungsrohre, bzw. durch Siebböden	19
3. Durch Bebrausen mit automatisch wirkenden Vorrichtungen	20
4. Durch Steigrohre	21
5. Durch Umpumpen	27
III. Weichstöcke (Form und Baustoff)	31
IV. Die verschiedenen Arbeitsmethoden in ihrem Gebrauch in der Praxis	32
V. Das Weichwasser	35
A. Die natürlichen Wässer und ihre Eignung	35
B. Die Aufbereitung durch Kalk bzw. Lauge	37
C. Die Weichtemperaturen und ihre Bedeutung	39
1. Die Kaltweiche	39
2. Die Warmweiche	41
3. Die Heißweiche	41
4. Die Überlegenheit der Warmweiche als Warmwäsche . .	44

VIII

Inhaltsverzeichnis

	Seite
VI. Quellreife	45
A. Weichzeiten	45
B. Weichgrad	47
C. Wasserbedarf	48
VII. Weichverluste	48
A. Durch direkte Lösung	48
B. Durch Atmung	50
VIII. Zusammenfassung	54
Die Vorgänge beim Weichen insgesamt	54

Kapitel III

Das Mälzen

I. Bildung, Art und Arbeit der Enzyme	57
A. Die Bildung der Enzyme	57
B. Art und Arbeit der Enzyme	58
1. Abbau von Eiweiß (proteolytische Enzyme)	58
2. Abbau von Stärke und Hemizellulose (Diastase, Zytase)	61
a) Diastasebildung	61
b) Zuckerbildung	65
3. Abbau von Phosphor (Phosphatase)	66
4. Abbau von Schwefel	68
5. Abbau von Fett (Lipase)	69
6. Bildung von Säuren und ph.	69
7. Zusammenfassung	72
II. Das Mälzen auf der Tenne	74
A. Ältere Auffassung über Mälzen	74
1. Allgemeine Richtlinien frühester Zeit (Archive, Muntz)	74
2. Richtlinien und Arbeitsgänge späterer Zeit (Heiß, Bañing und andere)	77
a) Allgemeines	77
b) Schweißbildung	78
c) Haufentemperatur	80
d) Das Wenden	81
e) Wachstumsdauer und Gewächsbildung	82
f) Das Schwelken	83
3. Lage, Bau und Leistung der Tennen	84
B. Die neueren Auffassungen und Methoden	88
1. Falsche Wege beim Mälzen	88
a) Forcieren	89
b) Spritzen	90
c) Überlösen	91
d) Übertreibung des Wendens	92
2. Das Pflügen und Aekern	93
3. Die Ackergeräte	95
4. Greifenlassen	104
5. Brennhaufen	106
6. Schwelken	107
7. Malzart entscheidend für Mälzungsart	108
8. Kaltführung durch künstliche Kühlung	110
9. Spitzmalz	113
10. Wasserverdunstung beim Mälzen	113
11. Bildung von Kohlensäure beim Mälzen	115
III. Das Mälzen in pneumatischen Anlagen	118
A. Die Trommelsysteme	118

Inhaltsverzeichnis

IX

	Seite
1. Die Art der Systeme	118
a) Die Entwicklung des Trommelbaus zum Galland-Freund-System	118
b) Die Schwagertrommel	124
c) Die Tildentrommel	125
d) Die Topftrommel	126
2. Richtlinien und Arbeitsweisen	127
a) Allgemeine Richtlinien	127
b) Die einzelnen Arbeitsgänge	128
a) Luftbefeuchtung	128
β) Temperatureinstellung	129
γ) Belüftung	130
δ) Das Drehen der Trommel	131
ε) Schwelken	134
B. Die Kastensysteme	135
1. Die Entwicklung zum Saladin-Mügersystem	135
2. Anlage und Arbeitsweise beim Saladin-Mügersystem	137
3. Kropfsystem	143
IV. Mälzungsschwand	149
1. Ursache und Beeinflussung des Schwandes	149
2. Höhe und Gliederung des Schwandes	151
3. Die Kohlensäurestauung als Hilfsmittel zur Schwandverminderung	153
V. Raum-, Wasser- und Personalbedarf	155
VI. Kritische Betrachtungen über Teuuen- und Pneumatisch-Mälzen	157
VII. Zusammenfassung	159

Kapitel IV

Das Darren

I. Physiologische, physikalische und chemische Vorgänge	165
A. Stufenwirkungen	165
B. Abbau organischer Verbindungen	166
C. Diastase und Zucker	166
D. Proteolytische Enzyme und Eiweiß	168
E. ph-Beeinflussung	170
F. Mürb- und Hartmalz	170
II. Gebäudedarren — Plandarren	173
A. Entwicklung der Darranlage	173
1. Heißluftdarren	173
a) Der Entwicklungsgang zur Einhorden- und Zweihorden-darre	173
b) Liegendes und stehendes Heizsystem	176
c) Dreihordendarre	180
2. Dampfdarren	186
3. Horden	187
4. Wender	189
B. Lüftungsanlagen	191
1. Zugverstärkungsmittel	191
2. Luftmischkammer und Wärmestauanlage	193
C. Darrführung	194
1. Lüftung und Malztyp	194
2. Malztyp und Abdarrtemperaturen	196

	Seite
3. Wenden	197
4. Darrzeiten	198
a) Qualität	198
b) Kurzdarren	200
c) Langdarren	201
d) Wirtschaftlichkeit	203
5. Lüftung und Wärmebedarf	203
6. Darleistung (und Tennengröße)	205
7. Ausschnitte aus der Praxis	206
a) Diagramme von Zwei- und Dreihordendarren	206
b) Feststellungen an einer Dreihordendarre	213
III. Apparatendarren	214
IV. Gebäudedarren — Vertikaldarren	215
V. Zusammenfassung	222

K a p i t e l V

Das Lagern

Abräumen	225
Entkeimen	225
Lagerung	226
Lagerbehälter, Silos	227

K a p i t e l VI

Das Malz und seine Eigenschaften

1. Physikalische Eigenschaften	230
2. Chemische und physiologische Eigenschaften	233

K a p i t e l VII

Farb- und Karamelmalz

A. Farbmalt	236
1. Herstellung	236
2. Beurteilung	237
B. Karamelmalz	239
1. Herstellung	239
2. Beurteilung	241
3. Zumaischmaterial	242

K a p i t e l VIII

Weizenmalz

Verwendung von Weizenmalz in geschichtlicher Entwicklung	244
Weichen	245
Mälzen	245
Schwändung	247
Darren	248
Das fertige Malz und seine Beschaffenheit	248

Sachregister	250
------------------------	-----

Das Mälzen

*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. 28,—*

Kapitel I

Die Vorbereitung der Gerste für die Vermälzung

I. Notwendigkeit der Reinigung und Sortierung

So sorgfältig auch der Landmann die Gerste, welche an die Mälzereien zur Verarbeitung auf Braumalz geliefert werden soll, durch Hand- oder Maschinenarbeit reinigt, entfällt für die Mälzereien die Notwendigkeit einer *n o c h m a l i g e n R e i n i g u n g* durch besondere maschinelle Vorrichtungen nicht. Es gehört zu den Ausnahmen, wenn eine Gerste bei der Nachreinigung, mit der zugleich eine nochmalige Sortierung verbunden ist, sich frei von Abfällen erweist. Da sind unter Umständen Unkrautsamen verschiedenster Art, Wicken, Wildhafer, Steine, harte Erdstückchen, Strohteilchen und anderes mehr, die entfernt werden müssen. Es erheischt die Vorsicht, auch auf etwa vorhandene Metallteile durch Magnete zu prüfen und sie zu beseitigen. So ist denn eine sorgfältige Nachreinigung eine der Hauptaufgaben für die Vorbereitung der Gerste zur Vermälzung.

Aber auch in bezug auf die *S o r t i e r u n g* genügt die Vorarbeit durch den Landmann bei weitem nicht den zu stellenden Anforderungen. Die Gerste muß in widestem Ausmaße, sowohl in Form wie in Größe gleich sein. Die Wachstumsverhältnisse bringen es aber in natürlicher Weise mit sich, daß eine Gleichmäßigkeit, welche diesen Anforderungen entspricht, im Erntegut niemals erreicht werden kann.

Schon bei verhältnismäßig kleinen Ackerflächen kann die Bodenbeschaffenheit ungleich sein. Für größere ist das nicht nur wahrscheinlich, sondern ist ziemlich sicher damit zu rechnen. Mineralstoffgehalt in Art und Menge, Gehalt an Humussubstanzen, Schichtung des Bodens, Wärmeregulierung, Wasserbindungs- bzw. Wasserdurchlässigkeitsvermögen sind kaum gleich. Gleich ist auch vielfach nicht immer die Vorfrucht, gleich auch nicht immer die Herausnahme der Vorfruchtdüngung. So ist es denn unvermeidlich, daß trotz anscheinend vorhandener Ausgeglichenheit doch das Wachstum auf ein und demselben Acker unter ungleichen Ernährungseinflüssen steht, auch der Ausreifungsprozeß davon betroffen wird.

Treten ungleiche atmosphärische Einflüsse, wie strichweise Kälte- wellen, strichweise Regenschauer hinzu, so führt das zu noch weiterer Ausbildung von Ungleichheiten.

Sie werden noch größer, wenn durch irgendwelche Umstände bedingt, die Saatzeit längere Unterbrechung erfährt, aber auch der Schnitt nicht in eins erfolgen kann. Noch mehr treten Ungleichheiten in der Kornausbildung hervor, wenn in einem Falle die Drillweite enger, im anderen weiter gewählt wird, denn in letzterem Falle stufen sich die Körner ganz besonders stark in Form und Größe ab.

Auch die Ausbildung der Körner ein und derselben Ähre ist eine ungleiche. Die in der Mitte der Ähre stehenden sind stärker als die am oberen und unteren Ende.

Ungleichheiten ergeben sich außerdem aber, und nicht selten in erheblichem Grade, wenn kein sortenreines, sondern sortendurchmisches Saatgut verwendet wird.

Soweit es dem Landmann in die Hand gegeben ist, durch die Wahl bestimmter Maßnahmen Einfluß auf die Ausbildungsmöglichkeiten auszuüben, kann er wohl Bedingungen schaffen, unter denen sich denkbar größte Gleichmäßigkeit erzielen läßt, sofern atmosphärische und Ernährungseinflüsse möglichst gleichmäßig die Entwicklung fördern.

Immerhin ist aber selbst solche Gerste ohne Sortierung für den Mälzer noch nicht gleichmäßig genug. Eine Sortierung ist in jedem Falle erforderlich. Aber auch diese, die der Landwirt, sei es durch den Wurf auf der Tenne, durch die kleine Handreinigungsmaschine, oder selbst durch die technische Hochleistungsmaschine vornimmt, liefert immer noch nicht solche Ausgeglichenheit, wie sie der Mälzer benötigt.

Eine schärfere Reinigung und Sortierung muß folgen. Zu den unumgänglich notwendigsten Einrichtungen einer Mälzerei gehört somit eine Reinigungs- und Sortieranlage, und zwar in solcher Ausführung, daß sie die in der Landwirtschaft gebräuchlichen noch erheblich übertrifft, zumal auch die Hereinnahme und das Zusammenwerfen von kleinen Posten unvermeidlich wird, die ja doch nur in ganz seltenen Fällen gleich sein können.

Für die verschiedenen Biertypen werden Malze entsprechender Beschaffenheit benötigt. In sich sollen sie aber tunlichst gleich sein. Die Erfahrung lehrt, daß die Verarbeitung eines Malzes um so weniger Schwierigkeiten verursacht, je einheitlicher es in seiner Beschaffenheit ist. Ideal wäre ein Malz, bei welchem möglichst alle Körner gleiche Keimentwicklung, gleichen Enzymgehalt, gleiche chemische und physiologische Beschaffenheit besitzen würden. Leicht wäre es damit, einen jeweils gewollten Zustand in der Würzezusammensetzung, und in weiterer Folge in bezug auf Ernährung der Hefe, Vergärung, Reifung und schließlich Eigenschaft des fertigen Bieres zu erreichen.

Dieses als Ziel des Mälzers und Brauers gesetzt, ergibt sich darum die zwingende Notwendigkeit, Gerste auf das allersorgfältigste zu sortieren.

Je gleichmäßiger, und in sich gleicher die Körner sind, um so gleichmäßiger vollzieht sich die Wasseraufnahme in der Weiche, um so aus-

geglicher sind die Körner im aufgenommenen Wassergehalt, und um so gleicher liegen die Voraussetzungen für die untereinander schritthaltende Entwicklung beim Wachstum.

Das kleine Korn weicht anders als das große, das schmale anders als das bauchige, das lange anders als das kurze. Es eilt also ein Teil immer dem anderen voraus. Ist der angestrebte Weichgrad bei einem erreicht, ist er bei dem anderen entweder schon überschritten, oder zurückgeblieben.

Diese Abweichungen treten in schärferem Maße hervor, wenn verschieden ernährte Gersten, auf verschiedenen Feldern gewachsene Gersten, und verschiedene Sorten miteinander vermischt werden. Sofern es die zur Verarbeitung gelangenden Mengen einigermaßen zulassen, muß darum der Mälzer bestrebt sein, die angelieferten Posten einzeln zu weichen und zu vermälzen. Wo das nicht angängig ist, hat als Richtlinie zu gelten, nur solche Posten miteinander zu vermischen, welche nach Form und Aussehen, physikalischer und chemischer Beschaffenheit einigermaßen gleich sind.

Da möglichst jedes Korn keimen soll, ergibt sich auch die Notwendigkeit, halbe Körner vorher zu entfernen, zumal günstigsten Falls nur die den Keimling tragende Hälfte zum Keimen kommt, vor allem aber auf den halben Körnern Pilze günstigen Nährboden finden. Besonders für Schimmelpilze entstehen geeignete Nährböden. Aber auch andere Mikroben finden wenig widerstandsfähige Unterlagen. Vorschub leistet einer solchen nachteiligen Vegetation die Überweichung, welche bei den halben Körnern während der langen Weichzeit, die zur Erreichung des benötigten Weichgrades bei den ganzen Körnern innegehalten werden muß, unvermeidlich ist.

II. Reinigungs- und Sortierungsverfahren

Die Vorbereitung für das Einstoßen der Gerste in den Weichstock umfaßt somit einestheils die Beseitigung von Grannen, Unkrautsamen, Strohtteilen, Steinen, etwa vorhandenen grobkörnigen Hülsenfrüchten, sodann die Abtrennung der halben Körner, und schließlich die Sortierung in verschiedene Korngrößen.

Die Abtrennung der gröberen Verunreinigungen erfolgt entweder durch großmaschige, in Schüttelbewegung gehaltene Siebe, oder durch weitgeschlitzte Zylinder, sogenannte *Steinzylinder*, deren Maschenweite etwa 4—7 mm beträgt.

In den Steinzylinder mit eingesetzt, gewissermaßen das erste Drittel desselben bildend, ist ein mit etwa 1,8 mm weiten Schlitz versehenen Blechmantel, welcher zur Absonderung von Staub und leichten Schmal-körnern dient.

Zur Entgrannung dienen Zylinder mit Dornen, *Entgranner*.

Die halben Körner werden durch die sogenannten *Triere* ausgelesen. Diese bestehen aus einem rotierenden Zylinder, dessen Mantel innen mit kleinen taschenförmigen Zellen versehen ist, welche früher gestanzt, jetzt aber allermeist gefräst werden. Den Triereen gibt man eine horizontale oder geneigte Lage. Die horizontalliegenden kann man schneller laufen lassen als die geneigten, was eine erhöhte Leistung bedingt, ohne daß dadurch der Reinigungseffekt vermindert wird. Statt des Zylinders können auch auf einer waagerechten Achse angeordnete, beiderseits mit Taschen versehene Scheiben verwandt werden: *Scheibenseparator*. Die in den Taschen bei der Umdrehung aus der Masse herausgehobenen halben Körner werden in Fangrinnen gesammelt, und vermittle Schneck e fortgeschafft. (Abb. 1.)

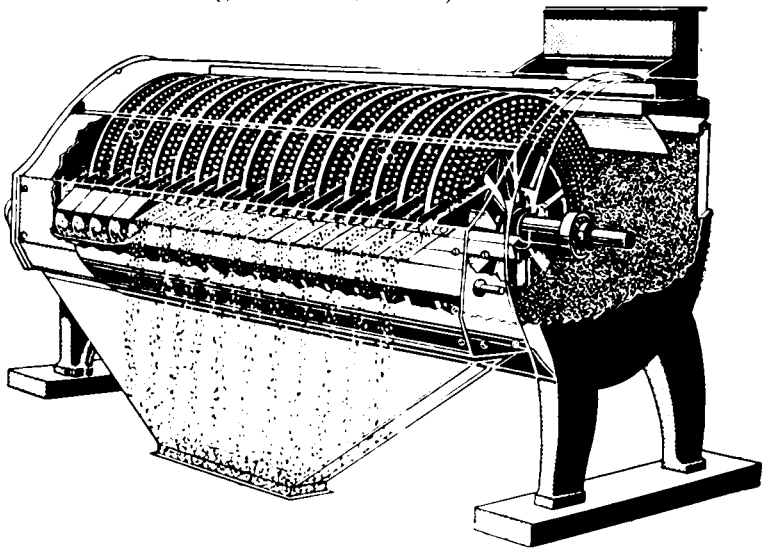


Abb. 1. Scheibenseparator

Zur Sortierung bedient man sich entweder horizontalliegender oder geneigt liegender Zylinder, *Sortierzylinder* (Abb. 2), deren Mantel entweder aus Drahtspiralen, oder geschlitzten Blechen besteht. Die Bleche sind aus einzelnen korbartig geformten Teilen zusammengesetzt, welche mit den entsprechenden, die einzelnen Sorten abtrennenden Schlitzweiten versehen sind.

Im allgemeinen pflegt man zwei Sorten, vereinzelt aber auch drei, herzustellen. Die erste, welche durch ein Sieb von 2,5 bzw. 2,6 mm Schlitzweite, die andere, welche durch 2,2 bzw. 2,3 mm Schlitzweite nicht hindurchgeht. Bei der Trennung in 3 Sorten stellt die erste die auf dem Sieb mit 2,8 mm Lochung zurückgehaltene Gerste dar, die zweite die auf dem Sieb mit 2,5 mm, die dritte die mit dem Sieb mit 2,2 mm zurückgehaltene dar.

Die vom **Trieur** ablaufende Gerste wird dem Innern des **Sortierzylinders** zugeleitet und durch ein am Mantel befestigtes schneckenartig gewundenes Rohr während der Umdrehung weiterbefördert. Da sie zuerst über denjenigen Teil des Zylinders hinweggleitet, welcher die kleinere Schlitzweite enthält, fallen hier die Schmalkörner hindurch; die anderen gelangen in den letzten Teil, welcher mit den weitesten Schlitzten versehen ist. Es trennen sich hier alle diejenigen Körner ab, welche dicker als 2,2 bzw. 2,3 mm, aber schmaler als 2,5 bzw. 2,6 mm

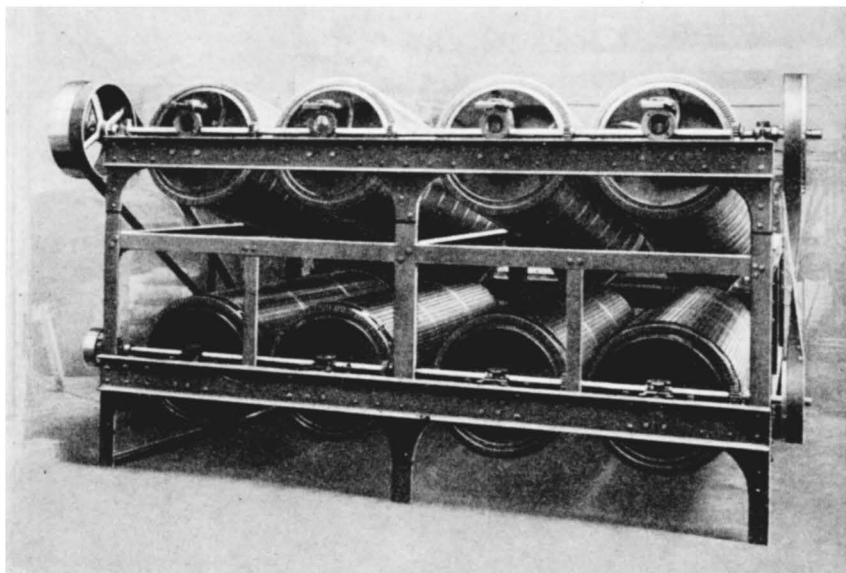


Abb. 2. Sortierzylinder

sind. Die stärksten Körner, die durch die weiten Schlitzte nicht hindurchgehen, bilden die erste Sorte, und werden durch die Schnecke aus dem Innern des Zylinders herausgeschoben.

Die Anordnung bei der Sortierung kann auch so getroffen werden, daß zwei Zylinder die Sortierung durchführen; der eine scheidet nur die erste Sorte aus, der zweite übernimmt die Sortierung der durch den Zylinder der ersten Maschine hindurchgefallenen Körner und trennt die zweite Sorte von der Abfallgerste.

Bei den Zylindern, welche statt der geschlitzten Mäntel **Drahtspiralen** tragen, kommt diesen durch ihre verschieden eingestellten Spannweiten die Aufgabe der Sortierung zu. Die eventuell erforderliche Einstellung bzw. Anpassung der Spannweiten an die jeweils zu sortierende Gerste kann in bequemer Weise durch **Zusammenschieben** bzw. **Auseinanderziehen** der Spiralen vorgenommen werden.

Um das Verstopfen der Zwischenräume zwischen den Spiralen bzw. der Schlitzte in den Blechen zu verhindern, sind der Länge nach außen an den Trommeln Bürsten angebracht, welche entgegengesetzt der Richtung der Trommel rotieren, und die Durchgangsstellen freihalten.

In letzter Zeit findet auch der Plansortierer (Abb. 3 und 4) Anwendung. Er besteht aus einem Siebsatz von 3 bzw. 4 übereinander

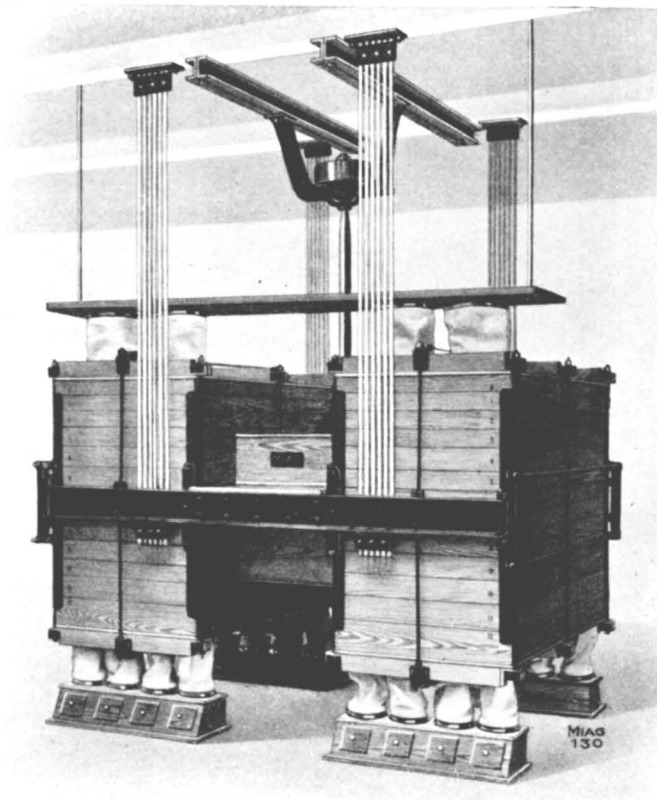


Abb. 3. Freischwinger Plansichter, hängende Ausführung

angeordneten, in einem gemeinsamen Rahmen eingespannten Sieben. Zur Erzielung hoher Leistungen können z. B. drei solcher Siebsätze übereinander in einem Gestell vereinigt und zwei solcher freischwiegend angeordneter, durch ein Joch zusammengehaltener Gestelle zu einer gemeinsamen Anlage zusammengefaßt werden.

Die Siebe sind geschlitzte Bleche verschiedener Schlitzweiten, z. B. kann ein dreiteiliger Siebsatz oben ein Sieb von 2,6 mm, in der Mitte eines von 2,3 mm, und unten eines von 2,0 mm, ein vierteiliger Siebsatz oben ein Sieb von 2,8 mm, darunter eines von 2,5 mm, und ein drittes

von 2,2 mm, sowie ein letztes von 1,8 mm enthalten. Die untersten Siebe führen die Abfallgerste fort. Die anderen liefern zwei bzw. drei Sorten zur Vermälzung.

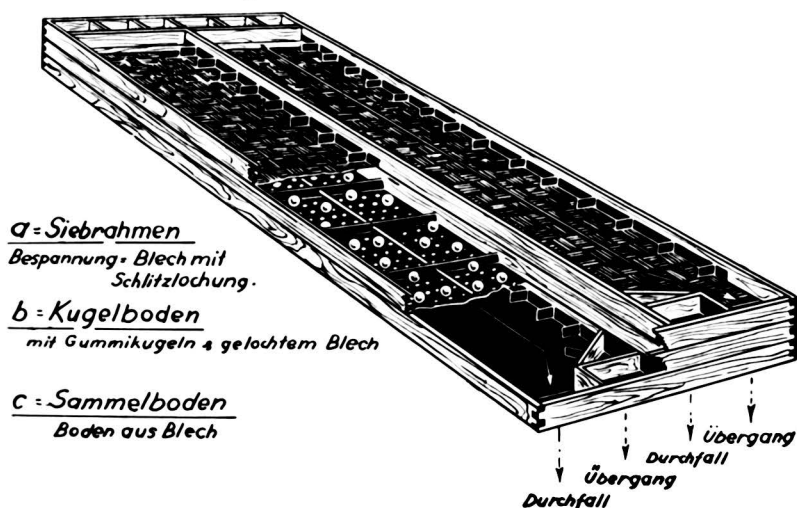


Abb. 4. Siebrahmen zum Gerstensortierplansichter. Siebe mit Schlitzlochung in versetzten Reihen

Zum Offenhalten der Schlitze dienen Gummikugeln, welche sich unterhalb der Bleche auf weitlochigen Blechböden bewegen.

Zur Vervollständigung der Gesamtreinigungsanlage gehört auch noch ein Magnet, welcher gleich am Anfang in die Anlage eingeordnet wird, um etwa vorhandene Eisenteile zu entfernen.

Auch ein Entgranner wird vielfach noch eingeschaltet, welcher seine Aufstellung gewöhnlich vor dem Trierer findet. Er stellt einen Zylinder dar, dessen Mantel aus enggeschlitztem Blech besteht, durch dessen etwa 1,2 mm betragende Schlitze Staub und abgeschlagene Grannen, Spelzenteile usw. durchfallen können. Zum Abschlagen der Grannen dient ein System von runden eisernen sogenannten Dornen, welche an einer langsam sich drehenden Achse

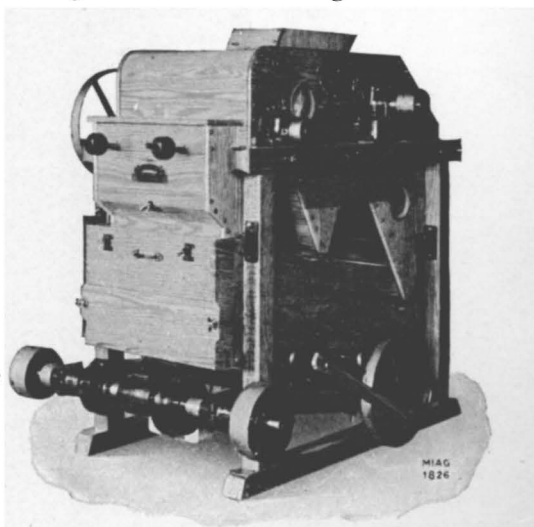


Abb. 5. Vorreinigungsmaschine

Abschlagen der Grannen dient ein System von runden eisernen sogenannten Dornen, welche an einer langsam sich drehenden Achse

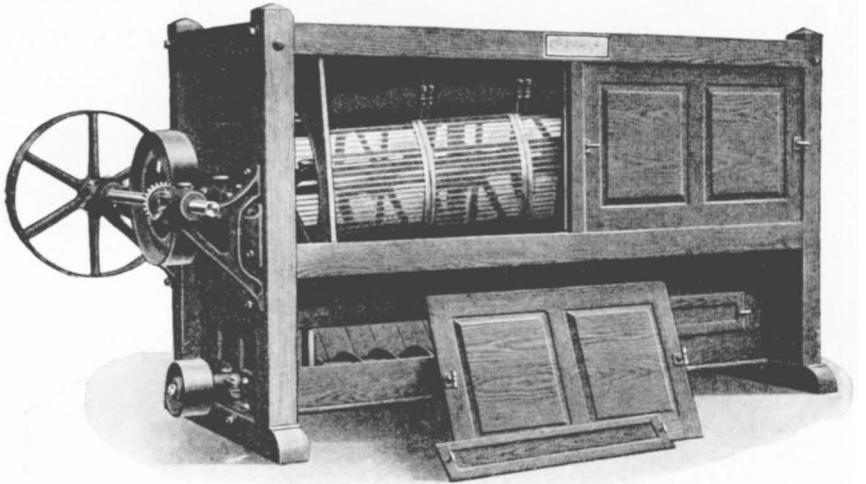


Abb. 6. Sortierzylinder mit rotierenden Bürstenwalzen

befestigt sind. Zur besseren Beseitigung der abgeschlagenen Bestandteile wird auch die Trommel drehbar angeordnet.

Besonders Bedacht zu nehmen ist auch auf die Beseitigung des sich bei der Reinigungsarbeit entwickelnden Staubes. Zu dem Zweck werden

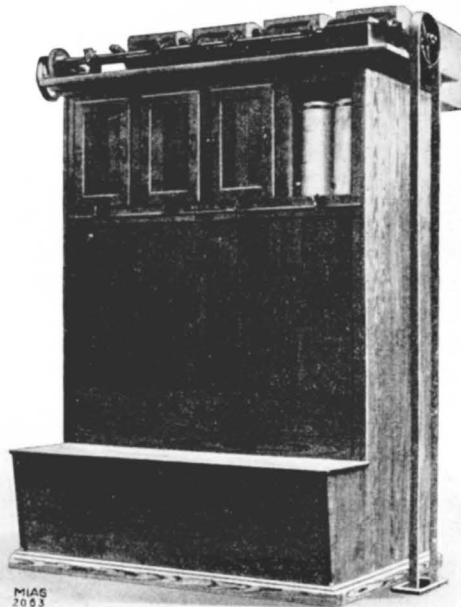


Abb. 7. Saug-Schlauchfilter

die einzelnen Maschinen fest in Kästen eingebaut (Abb. 5) und mit Ventilatoren verbunden, welche den Staub absaugen (Abb. 6), und besonderen *Entstaubungsanlagen* zuführen.

Geeignete Einrichtungen hierzu sind u. a. *Schlauchfilter* (Abb. 7 und 8) aus Stoff, die in besonderen Behältern in besonders angeordnetem System angebracht sind, und den Staub auffangen. Eigen-

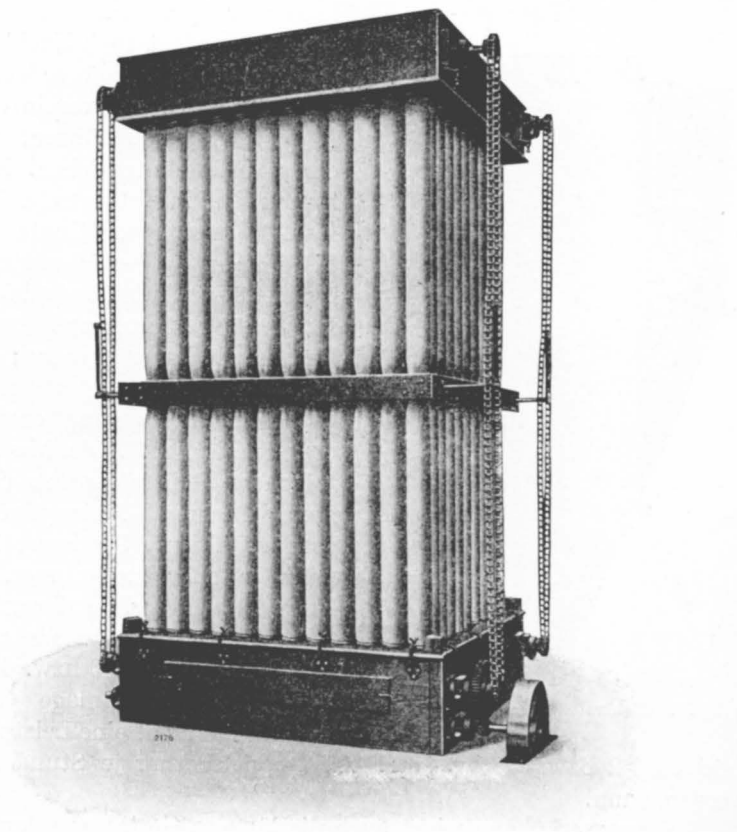


Abb. 8. Druckluft-Schlauchfilter

artige Vorrichtungen sorgen dann für ein ständiges Abstreifen, bzw. Abklopfen der niedergeschlagenen Staubmassen.

Aber auch sogenannte *Cyklone* (Abb. 9), welche dem Schlauchfilter angegliedert sein können, werden als Staubsammler verwendet. In konisch geformte Zylinder wird die Luft eingeblasen, in Spiralwindungen nach unten gedrängt, wobei die gröberen Staubteile zu Boden fallen, und dann durch einen Filterschlauch, welcher die feineren Staubteile zurückhält, ins Freie geblasen.

An praktischen Ausführungen dieser Reinigungsanlagen kommen nun die vielseitigsten Formen und Anordnungen vor.

Einfachste vereinigen in einem Apparat z. B. die gesamte Einrichtung wie Magnet, Vorreinigung, Trieur und Sortierer, wobei der Trieur in den Sortierzylinder eingebaut ist. Bei vollkommeneren sieht man dagegen getrennte Aufstellung vor, für größere Leistungen auch die Aufstellung mehrerer nebeneinander arbeitender Systeme.

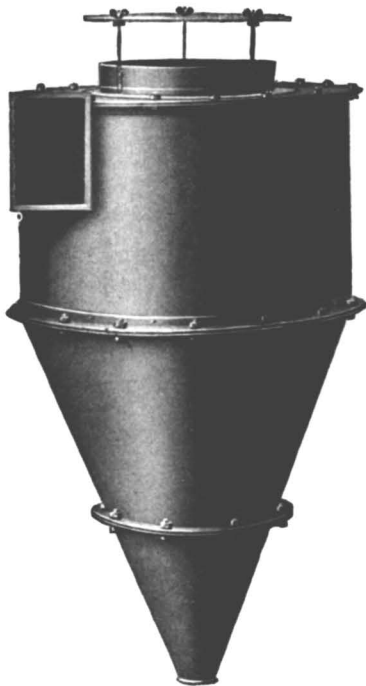


Abb. 9. Flichkraft-Staubsammler (Cyklon)

Man ordnet auch Nachlesetrieure ein, welche die Abgänge der Haupttrieure, die noch vereinzelt ganze Körner mit sich führen, nochmals einer Auslese unterziehen. Zu diesem Zweck ist ihre Umdrehung auf 14 bis 20 Touren pro Minute, gegen 40 bis 45 Touren der Haupttrieure, reduziert, ihre Aufstellung in geneigter Lage ausgeführt, und auch eine kleinere Lochung gegeben; 6,25 mm gegen 6,5 mm.

Dem Arbeitsgang entsprechend ordnen sich z. B. die Maschinen in folgender Reihenfolge zu einem System; Magnet, Steinzyylinder, Entgranner, Trieur, Sortierer, Nachlesezyylinder oder Entgranner, Magnet, Trieur, Nachleser, Sortierer (Abb. 10).

Bei Hochleistungsanlagen vereinigt man 2 bzw. 3 bzw. 4 Systeme zu einer Gesamtanlage (Abb. 11), welcher maximal eine Leistungsfähig-

keit von 2 bzw. 3 bzw. 4 mal 100 Doppelzentner je Stunde, gegeben werden kann.

Leistungserhöhend wirkt auch die längere Gestaltung der Zylinder, welche man in neuerer Zeit auf Längenmaße bis zu 3,5 m einstellt.

Wirtschaftliche Gründe, aber auch demzufolge Anlagen, welche den gewünschten Ansprüchen Rechnung tragen, lassen es ratsam erscheinen, diese vorbereitenden Arbeiten für die Vermälzung nicht erst auszuführen, wenn die Gerste schon zu Boden genommen ist, und die jeweils zum Einstoßen bestimmten Mengen hergerichtet werden sollen, sondern bei der Anlieferung gleich schon zu reinigen und zu sortieren, um die einstoßfertigen Sorten getrennt zur Einlagerung zu bringen.

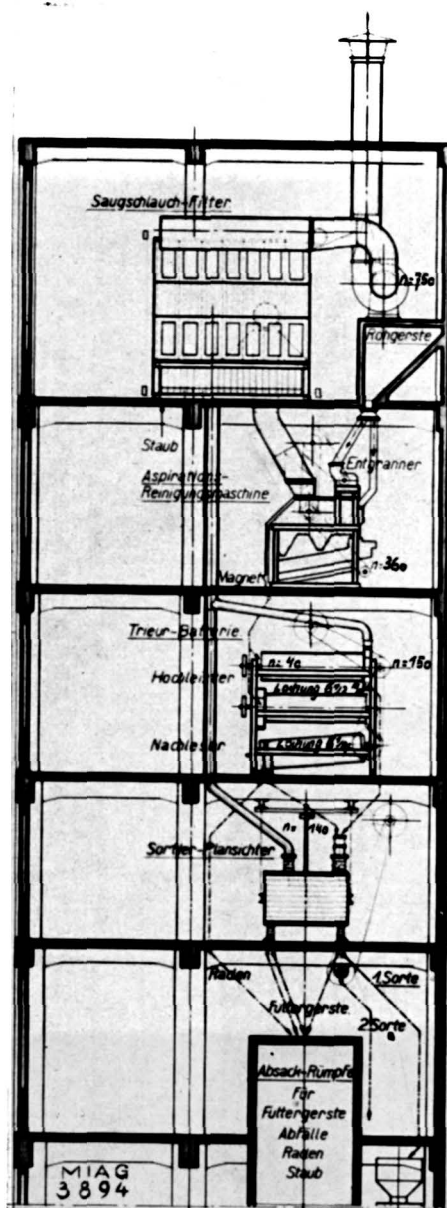


Abb. 10. Neuzzeitlichste Gerstenreinigungsanlage

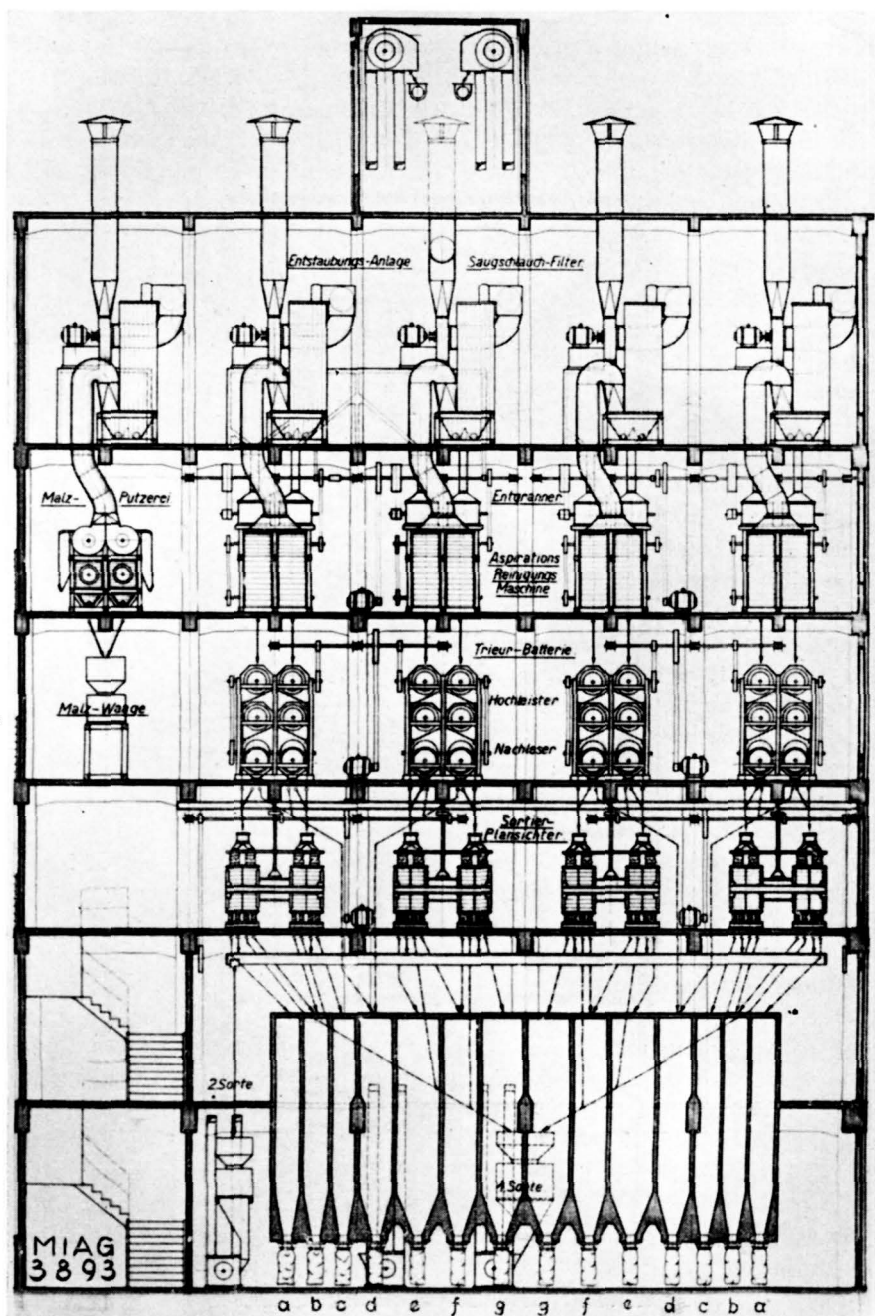


Abb. 11. Gerstenreinigungsanlage. 4 Einzelsysteme zu einer Anlage vereinigt. a = Futtergerste, b = Abfallgerste, c = Futtergerste, d = Raden, e = Futtergerste, f = Abfallgerste, g = Futtergerste

Kapitel II

Das Weichen

I. Die Entwicklung des Weichbegriffes

A. Die älteren Verfahren

Schon die allerältesten geschichtlichen Dokumente zeigen, daß zur Herstellung von Bier neben Rohgetreide auch schon gekeimtes Getreide benutzt wurde, und letzteres allmählich dann aber ersteres mehr und mehr zurückdrängte.

Lehrmeisterin für die Durchführung des Keimvorganges war die Natur. Das in die Erde gesenkte Korn nimmt aus der natürlichen Feuchtigkeit derselben, die sich aus den atmosphärischen Niederschlägen angesammelt hat, Wasser auf und keimt.

Das Getreide wird vom Mälzer in Beete ausgebreitet und mehrfach mit Wasser besprengt, oder wie es in Abessinien und anderen Ländern geschah, in Lehmgruben geschüttet, auf deren Boden Laub ausgebreitet ist, mit Laub überdeckt, und dieses mit Erde überworfen. Drei Tage reichen aus, um unter der Wirkung der hohen Temperaturen der afrikanischen und südasiatischen Sonne das Korn in den Gruben zum Keimen zu bringen, worauf das Keimgut herausgenommen und weiter verarbeitet wird. Das erstere Verfahren ist jedoch das üblichere, und wird noch bis spät in das Mittelalter hinein angewendet.

Wie nach R. Knoblauch¹⁾ aus kritischen Bemerkungen des Abtes Ekkehard IV. vom Kloster St. Gallen entnommen werden darf, bestand auch im 11. Jahrhundert noch die Vorbereitung für den Keimvorgang in mehrfachem Besprengen des auf der Tenne ausgebreiteten Getreides.

Im 15. Jahrhundert begegnet uns der steinerne bzw. hölzerne Bottich als Weichstock. Aber auch hier ist es noch Gepflogenheit, durch mehrmaliges Besprengen dem Weichgut das zum Keimen erforderliche Wasser zuzuführen.

Der Jahreszeit und der herrschenden Temperatur entsprechend wird die Gerste entweder etwas länger oder kürzer als 8 Tage im Bottich belassen, ehe sie auf die Tenne gebracht und in Haufen gesetzt wird²⁾.

¹⁾ R. Knoblauch, Braugeschichtliches aus dem alten Kloster St. Gallen.

²⁾ Beiträge zur Geschichte des Klosterbrauwesens von Pater J. Poll,

Nun leitet die Entwicklung zur *Unterwasserweiche* über. Mit dem Weichen wird nun auch das Waschen verbunden, indem das Wasser mehrmals abgelassen und frisches zugelassen wird.

Der einesteils vertretenen Ansicht, daß eine Erneuerung nur wenige Male vorgenommen werden soll, um ein zu weitgehendes Auslaugen der Gerste zu verhindern, steht die andere Ansicht gegenüber, daß es für das Korn besser sei, wenn ein steter Zu- und Abfluß von Wasser stattfindet. *Paupie*¹⁾ namentlich ist es, welcher für dieses Verfahren eintritt, während gegen die mehrfache Erneuerung des Weichwassers selbst ein *Balling*²⁾ noch voreingenommen ist. Er hält es für zweckentsprechender, die Gerste nach dem Durchrühren nur etwa 12 Stunden noch mit frischem Wasser liegen zu lassen, und sie dann nach abermaliger kurzer Wäsche mit frischem Wasser auf die Tenne zu bringen, in flache Beete auszulegen, und unter ständigem Wenden mit Wasser zu besprengen. Die dieser Methode zugrunde liegende Idee soll vor der gefürchteten Auslaugung schützen.

Die gleiche Auffassung hält sich selbst noch lange darüber hinaus in maßgeblichen Kreisen. So warnt u. a. der Lehrer, der landwirtschaftlichen Gewerbe an dem landwirtschaftlichen Institut zu Hohenheim, Prof. *Siemens*³⁾ (1866) noch vor längerer Unterwasserweiche, und empfiehlt abwechselnd unter und ohne Wasser zu weichen.

Ebenso wie eine zu schwache Weiche wird auch eine zu starke verurteilt (*Paupie*, *Balling*). Ist sie im Weichstock nicht ausreichend gewesen, so soll eben auf der Tenne durch Besprengen nachgeholfen werden. Dieser Methode des Nachweichens wird denn auch verschiedentlich wegen der Vermeidung der Gefahr des zu starken Auslaugens der Vorzug gegeben.

Die Weichstöcke werden niedrig und mit flachem Boden gebaut, und meistens auf der Tenne, teilweise aber auch schon über der Tenne aufgestellt. Das Wasser läßt man von oben zu-, und von unten ablaufen.

B. Die späteren Verfahren

Der Gesichtspunkt, daß mit dem Weichen zugleich eine kräftige Waschung verbunden sein soll, bricht sich mehr und mehr Bahn.

Bald wird auch die Notwendigkeit erkannt, in Verfolg der Siemensschen Idee, der quellenden Gerste im Weichstock für ihren Sauerstoffbedarf Luft⁴⁾ zuzuführen, dabei auch gleichzeitig beobachtet, daß da-

aus: Gesellschaft für die Geschichte und Bibliographie des Brauwesens, Jahrbuch 1929, S. 36.

¹⁾ *Paupie*, Die Kunst des Bierbrauens 1820.

²⁾ *Balling*, Die Bierbrauerei, II. Auflage 1854, I. Band, I. Teil, S. 332.

³⁾ Der Bierbrauer, Bd. VIII, 1866, Nr. 11.

⁴⁾ Nach *Habich* (Die Schule der Bierbrauerei 1863) traten zwei französische Fachleute (*Chatelain* und *Volier*) auch schon für ein Weichverfahren ein, das der Gerste mehr Luft zuführen solle, da Wasser ohne Luft das Korn ersticke.

durch die Quellreife früher erreicht wird, und die Weichzeit abgekürzt werden kann. Die periodische Weiche (sog. Luftwasserweiche) bildet sich aus.

War somit die Auffassung nicht mehr neu, daß ein nicht ständiges Unterwasserhalten für die Keimung günstiger ist, also das Weichen schädliche Wirkung ausüben kann, so erbrachte genaue, zahlenmäßige Angaben über die Schädigung der Keimfähigkeit durch das Weichen u. a. H a b e r l a n d t ¹⁾. Wurde z. B. Gerste 24 Stunden ohne Erneuerung des Wassers bei 3° C geweicht, und dann zwischen feuchten Flanellappen zum Keimen ausgebreitet, so keimte ein erheblich geringerer Prozentsatz (69—87%) gegenüber 99 bzw. 100% bei der gleichen Gerste, die aber nur zwischen befeuchteten Flanellappen gehalten wurde. H a b e r l a n d stellte auch fest, daß die Schädigung mit höherer Weichtemperatur zunimmt, z. B. bei 20° C erheblich größer ist als beim Weichen bei 3° C. Bemerkenswert war ferner, daß Weizen, Roggen, Mais, also spelzenlose Körner, unter der Einwirkung des Weichens keine Hemmungen in ihrer Keimfähigkeit erlitten; auch nicht Hafer, der entspelzt wird, im Unterschied zu dem natürlichen bespelzten Hafer, der wieder, wenn auch nicht in dem Maße wie Gerste, geschädigt wurde.

Die gleichen Unterschiede zwischen dem Verhalten bespelzter und entspelzter Körner wurde auch bei der Gerste festgestellt ²⁾.

Man erkennt bald auch, daß es vorteilhafter ist, das Wasser nicht von oben, sondern von unten zuzuführen, und es von oben abzuleiten.

Das Schmutzwasser findet dabei nicht mehr Gelegenheit, die schmutzigen Bestandteile auf der Gerste abzulagern. Aber auch wenn sich die Schmutzstoffe schon abgelagert haben, werden sie nicht festgehalten, sondern durch das von unten einströmende Wasser und durch die dadurch in Bewegung gesetzte Kornmasse losgelöst, und oben durch den Überlauf abgeführt.

Auf diesen von S i e m e n s, als einem der ersten wohl, betonten Erkenntnissen, und der Feststellung, daß die zu oberst liegende Gerste eher quellreif wird, als die untere, baut sich dann eine Reihe von Einrichtungen zum Waschen und Lüften auf, bei der mehr und mehr der Weichstock mit konischem Boden zur Anwendung kommt, der nicht mehr auf der Tenne, sondern über ihr Aufstellung findet, um selbsttätig die zum Ausweichen kommende Gerste auf die Tenne gleiten zu lassen. Ausgedehnte wissenschaftliche Begründung der „Luftwasserweiche“ erbringt dann W. W i n d i s c h ³⁾.

¹⁾ Wiener landwirtschaftliche Zeitung aus: Allgemeine Hopfenzeitung 1876, S. 131 ff.

²⁾ G a m b r i n u s, nach: Allgemeine Brauer- und Hopfenzeitung 1894, S. 2246.

³⁾ Jahrbuch der V. L. B. 1900, S. 117 ff., 1902, S. 269 ff., 1903, S. 26 u. a. m.

II. Vorrichtungen zum Waschen und Lüften

Die verschiedenen Vorrichtungen zum Waschen und Lüften lassen sich vielleicht wie folgt gruppieren:

A. Waschen außerhalb des Weichstocks

1. Im einfachen Arbeitsgang beim Einlauf in den Weichstock.
2. In einem Arbeitsgang vermittelt Trommeln mit durchlochtem Mantel oder siebartigen Mulden.

B. Waschen unter gleichzeitigem Lüften innerhalb des Weichstocks

1. Durch Rührwerke ohne bzw. mit gleichzeitiger Belüftung durch die geschlitzten Arme bzw. Schaufeln.
2. Durch verschiedenartig geformte auf dem Boden des Weichstocks liegende Lüftungsrohre bzw. durch Siebböden.
3. Durch Bebrausen mit automatisch wirkenden Vorrichtungen.
4. Durch Steigrohre.
5. Durch Umpumpen.

A. Waschen außerhalb des Weichstocks

1. Im einfachen Arbeitsgang beim Einlauf in den Weichstock

Die einfachsten Verfahren beschränken sich darauf, die Gerste beim Einfallen in den Weichstock mit Wasser zu mischen, wobei die Auffassung zugrunde liegt, daß eine kurzzeitige Reibung der Körner gegeneinander zur Entfernung des Schmutzes schon ausreichend erscheint. So läßt z. B. Reininghaus¹⁾ die Gerste in ein in schräger Richtung zum Weichstock verlaufendes Rohr unter gleichzeitiger Zuleitung von Wasser einfallen.

Eine andere Methode besteht wieder darin, daß die mit Wasser vermischte Gerste in einem vertikal stehenden Zylinder über schräg gegeneinander gestellte Siebflächen fällt, und beim Austritt durch einen kräftigen Wasserstrahl nochmals nachgewaschen wird²⁾.

Die Wäsche wird dann auch vom Anfang in ein Zwischenstadium des Weichvorganges verlegt, indem unter Aufstellung zweier übereinander angeordneter Weichstöcke die geweichte Gerste nach einer bestimmten Zeit, z. B. nach einem Tag, unter Zuführung von Wasser in einem kleinen am Auslauf des oberen Weichstocks angebrachten Mischgefäß gewaschen, und auf ein auf dem unteren Bottich angebrachtes schrägliegendes Sieb geleitet wird. Während die Gerste darüber hinweg in den Weichstock abrutscht, wird das Schmutzwasser durch ein Sieb abgeleitet.

¹⁾ Allgemeine Brauer- und Hopfenzeitung 1888, Nr. 151.

²⁾ Ebenda 1894, Nr. 51.

2. In einem Arbeitsgang vermittelt Trommeln mit durchlochtem Mantel oder siebartigen Mulden

In der Literatur begegnet man der Beschreibung einer Reihe von Apparaten, bei welchen die Trommel ¹⁾ zum Waschen Verwendung findet. Der Mantel der Trommel ist durchlocht oder geschlitzt, desgleichen die durch die Trommel geführte Welle. Durch letztere wird ständig Wasser geleitet, während durch den Mantel der Abfluß erfolgt.

Bei der einen Konstruktion ist die Trommel in einen, bis zu einer bestimmten Höhe mit Wasser gefüllten Trog eingesetzt. An der Trommelwandung zieht sich leistenförmig eine Spirale hin, durch welche die Gerste fortbewegt wird.

In einem anderen Fall heben an der Trommelwandung befestigte Leisten die Gerste bis zur halben Höhe, um sie dann wieder zurückfallen zu lassen.

Auch die Bürste wird als Reinigungsmittel herangezogen. Sie ist so angebracht, daß sie sich entgegengesetzt der Trommelrichtung bewegt.

Statt der Trommeln werden auch siebartig durchlochte Halbzylinder verwendet. Schaufeln, welche an einer rotierenden Welle angebracht sind, heben und bewegen die Gerste fort, während Wasser von oben durch Rohre gegen die entgegengeschobene Gerste gespritzt wird. Ein nachträgliches Bebrausen nach dem Austritt aus der Trommel bzw. dem Zylinder vervollständigt schließlich noch die Reinigung.

Reinicke ²⁾, Halle, benutzt einen geneigt gelagerten Trog, und bewegt in einer siebartigen Mulde die Gerste in ansteigender Richtung durch eine Schraube vorwärts, wobei ein ständiges Überbrausen stattfindet. Der untere Teil der Mulde liegt im Wasser, das mittels eines Überlaufstutzens auf gleicher Höhe gehalten wird. Die im unteren Teil unter Wasser fortbewegte Gerste wird beim Übergang in den oberen Teil nochmals überbraust, und unter ständiger Abführung des Schmutzwassers weiter gereinigt.

Steinecker ³⁾ (Abb. 12), Freising, läßt erst die Gerste etwa einen Tag weichen und wäscht sie dann nach dem Auslauf aus dem Weichstock in einem Schneckenbeförderer, ehe sie dem unteren Weichstock zugeführt wird.

Steinecker weist auch besonders darauf hin, daß beim Auslauf aus dem Weichstock nicht die untersten Schichten zuerst ablaufen, der Ablauf vielmehr in der Weise erfolgt, wie von ihm zeichnerisch im Bilde dargestellt wird. Selbst bei der nicht konischen Form des Bodens entleert sich der Weichstock zu $\frac{3}{4}$ seines Inhalts auf diese Weise. Es fände somit beim Herüberwaschen vom oberen Weichstock zum unteren, und von diesem auf die Tenne eine zweimalige Umlagerung statt.

¹⁾ Allgemeine Brauer- und Hopfenzeitung 1886, Nr. 16, 18, 76; sowie Heinzelmann: Wochenschrift für Brauerei 1907, Nr. 3 ff.

²⁾ Allgemeine Brauer- und Hopfenzeitung 1887, Nr. 53.

³⁾ Zeitschrift für ges. Brauwesen 1883, Nr. 1.

Alle diese Vorrichtungen haben entweder gar keine praktische Bedeutung erlangt, oder nur vereinzelt, und dann auch nur vorübergehend Anwendung gefunden. Die Idee, aus der sie entsprungen, erfaßte den notwendigen Wirkungsgrad der Reinigung und Wäsche noch nicht. Zudem waren die Apparaturen unzuweckmäßig, namentlich die Waschvorrichtungen mittels Trommeln und Schnecken. Aber auch die Rührvorrichtungen waren ungeeignet.

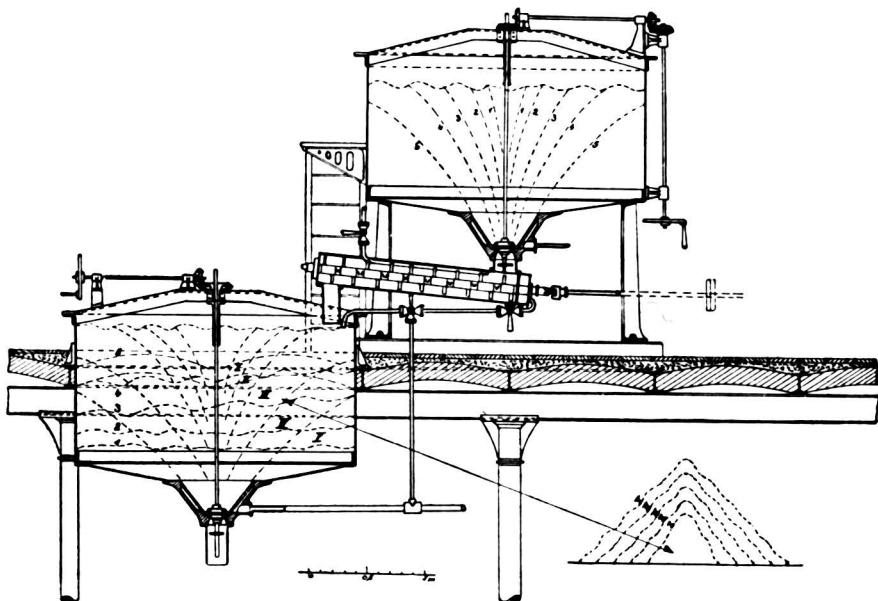


Abb. 12. Weichstöcke mit Gerstenwaschmaschine von A. Steinecker (1887)

Die einfachsten Vorrichtungen, wie das Waschen der zum Einschütten kommenden Gerste mit Wasser im schräggestellten Rohr, sind indes verschiedentlich auch jetzt noch zu finden, dienen aber nur dem Zweck der Mischung und der Verhinderung der Staubentwicklung beim Einweichen.

B. Waschen unter gleichzeitigem Lüften innerhalb des Weichstocks

1. Durch Rührwerke ohne bzw. mit gleichzeitiger Belüftung durch die geschlitzten Arme bzw. Schaufeln.

Die Idee, die Reinigung in der Weise zu bewirken, daß Rührwerke aus senkrechtstehenden Wellen, mit Armen versehen, durch die Masse bewegt werden, findet nur vereinzelt Verwirklichung.

Während Hauschild¹⁾ Bottiche mit flachen und darüber befindlichem Siebboden verwendet, und hochzuschlagende Rührarme

¹⁾ Wochenschrift für Brauerei 1907, Nr. 4.

benutzt, bedient sich Schleifenheimer¹⁾ eines konisch zulaufenden Quellstocks, in welchem sich eine stehende, mit Armen besetzte Welle befindet. Die Welle ist im unteren Teil hohl und reichlich geschlitzt, desgleichen sind es die Arme. Bei der Umdrehung wird von unten in die Welle Wasser eingedrückt, das sich dann durch die Schlitzte, auch der Arme, in die Gerstenmasse verteilt. Die Einrichtung dient gleichzeitig zum Durchlüften.

2. Durch verschiedenartig geformte auf dem Boden des Weichstocks liegende Lüftungsrohre, bzw. durch Siebböden.

Der stärkeren Betonung der Lüftung beim Weichen wird eine andere Gruppe von Apparaten mehr gerecht. Bei diesen geschieht die Luftzuführung durch Rohre, welche auf dem Boden des Weichstocks unter Anpassung an dessen Form angeordnet sind. Sie enthalten zahlreiche nach unten gerichtete Löcher, durch welche eine weitgehende Luftverteilung ermöglicht wird.

Auch in kreuzartigen Ansätzen an einem Rohrring auf dem konischen Boden, sieht man sie eingebaut (Abb. 13). Um auch die tiefsten Schichten in der Spitze des Konus zu durchlüften, pflegt man auch noch an dieser tiefsten Stelle eine Einführungsmündung für die Luft anzubringen.

Die durch die weite Verteilung in die Gerste einströmende Luft reibt die Körner aneinander, hebt sie und durchmischt sie, und bewirkt eine weitgehende Reinigung und Lüftung, wobei das Weichwasser in stärkste wallende Bewegung gerät.

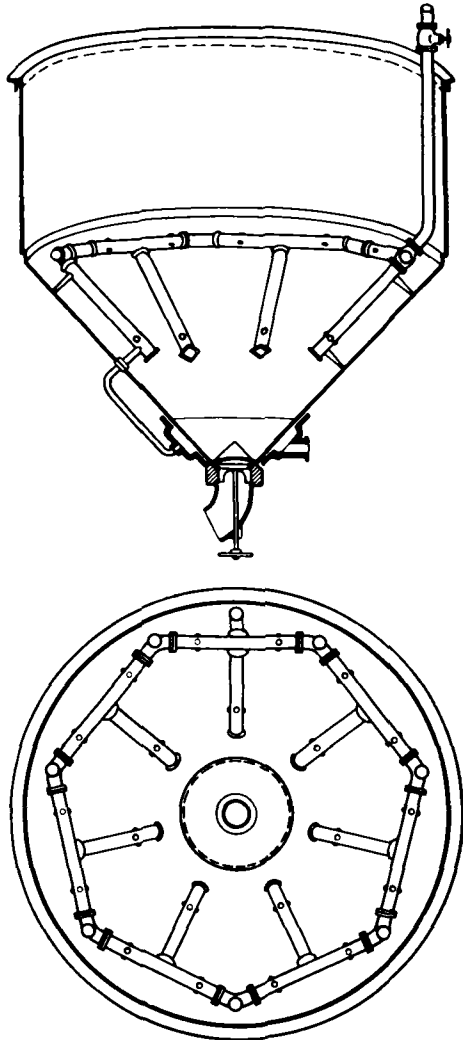


Abb. 13. Weichstock mit Lüftungsrohren am Boden

¹⁾ Allgemeine Brauer- und Hopfenzeitung 1890, Nr. 126.

Diese Einrichtungen, von denen die schon im Jahre 1885 von B o t h n e r ¹⁾ konstruierte und auch die spätere P a t t e r m a n n s c h e, eine der bekanntesten ist, wurden früh in ihrer großen praktischen Bedeutung erkannt, und haben bleibenden Wert bekommen. In vielen Betrieben sind sie in Benutzung.

Verschiedentlich versuchte man auch die Belüftung unter Verwendung von Siebböden, welche sowohl bei flachen als bei konischen Böden angebracht worden waren, durchzuführen. Diese Einrichtungen hat man bald indes, da man sie für unpraktisch hielt, wieder fallen lassen.

3. Durch Bebrausen mit automatisch wirkenden Vorrichtungen.

Die Anregung, das Weichen der Gerste in dieser Weise durchzuführen, entspringt einem auf S i e m e n s zurückzuführenden Gedanken. Die

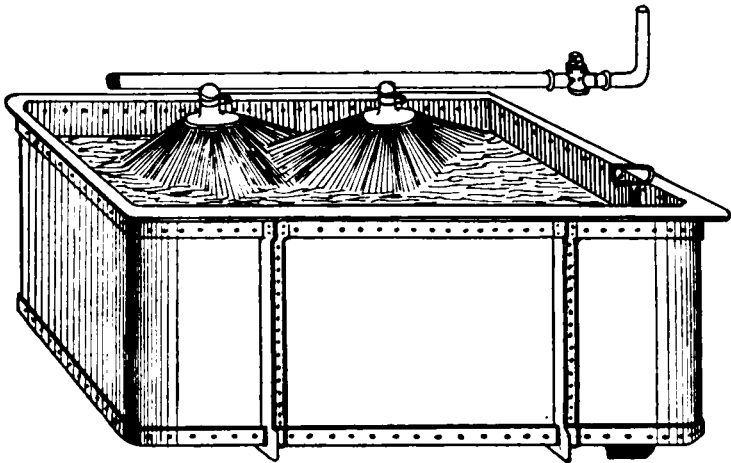


Abb. 14. Ein Weichstock zum Bebrausen der Gerste. Aus „Der Bierbrauer“ 1875

Gerste, welche noch im flachen Weichstock geweicht wird, erhält durch ständiges Überbrausen Wasser, bis sie Quellreife erlangt hat. Als Vorrichtungen dazu dienten teils gießkannenartig wirkende Formen ²⁾, teils mit feinen Öffnungen versehene feste Rohre, teils solche, welche als Drehkreuz wirken (Abb. 14).

In dieser Behandlung liegt eine stark sich auswirkende Beschleunigung der Keimung. Das in feinem Regen übersprühende Wasser führt zugleich ausreichende Luftmengen mit, und schafft damit günstige Bedingungen für die Entwicklung des Keimlings. Diesem Vorteil stehen aber Nachteile gegenüber, die auch bald schon in ihrer vollen Schärfe erkannt wurden. In noch höherem Maße wie bei anderen Verfahren traten Unter-

¹⁾ Wochenschrift für Brauerei 1888, Nr. 20.

²⁾ Nach „Der Bierbrauer“ 1875, Nr. 2.

schiede in der Keimung auf. Ließ man das Korn in der Weiche, bis die obere Schicht spitzte, so standen die unteren Schichten noch leblos. So kam es denn, daß sich die Praxis nur versuchsweise mit diesem Verfahren befaßte, das darum nur eine kurze entwicklungsgeschichtliche Episode im Ausbau der Weichverfahren darstellte.

4. Durch Steigrohre.

Von besonderer Art zu reinigen, waschen und zu lüften sind die Einrichtungen, bei welchen das Steigrohr zur Anwendung kommt, das

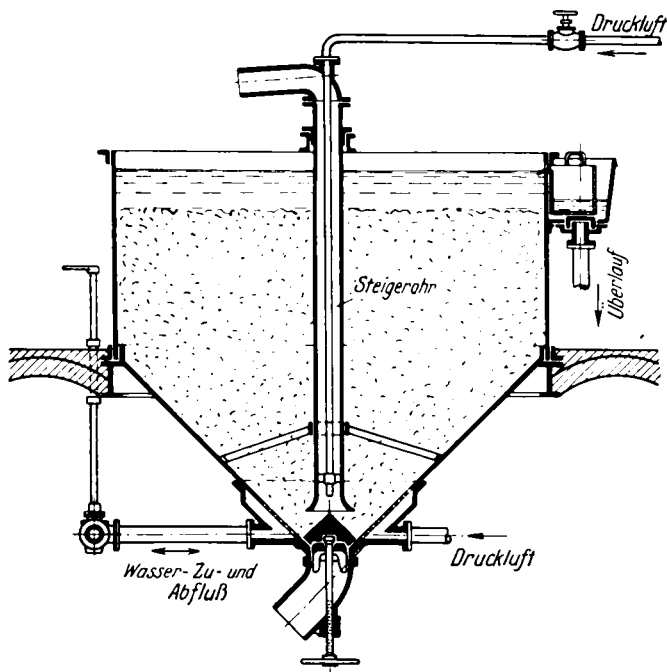


Abb. 15. Weiche mit Wasch-, Misch- und Lüftungsvorrichtung

man sowohl in Flachbottiche als in Bottiche mit konisch geformtem Boden einbauen kann. Passender sind aber natürlich letztere, und zwar dann besonders, wenn nur ein einziges Rohr benutzt wird.

Die Einrichtung ist folgende:

Über dem Ablauf ist ein weites, unten geschlitztes Rohr befestigt, welches, vertikal nach oben geführt, bis an die Oberfläche des Wassers reicht. Ein Injektor führt je nach Bedarf von unten Wasser oder Luft zu. Die Gerste wird durch die Injektorwirkung mit dem Wasser im Steigrohr unter reibender Bewegung in die Höhe geworfen, und fällt über den Rand hinüber, während ständig von unten her die nächstliegenden Massen nachgesaugt werden. Es entsteht somit, durch das Rohr hin-

durch, eine kreisende Bewegung, welche, wenn sie lange genug fortgesetzt wird, schließlich die ganze Gerstenmasse erfassen soll (Abb. 15).

Zu nennen ist von den vielen Ausführungen u. a. der Apparat von Bernreuter und Kumpfmüller, 1887¹⁾, sodann der Haßlacherse, 1896¹⁾, welch letzterer ein drehbares Steigrohr besitzt, um die aus diesem ausgestoßene Gerste beim Zurückfallen gleichmäßiger

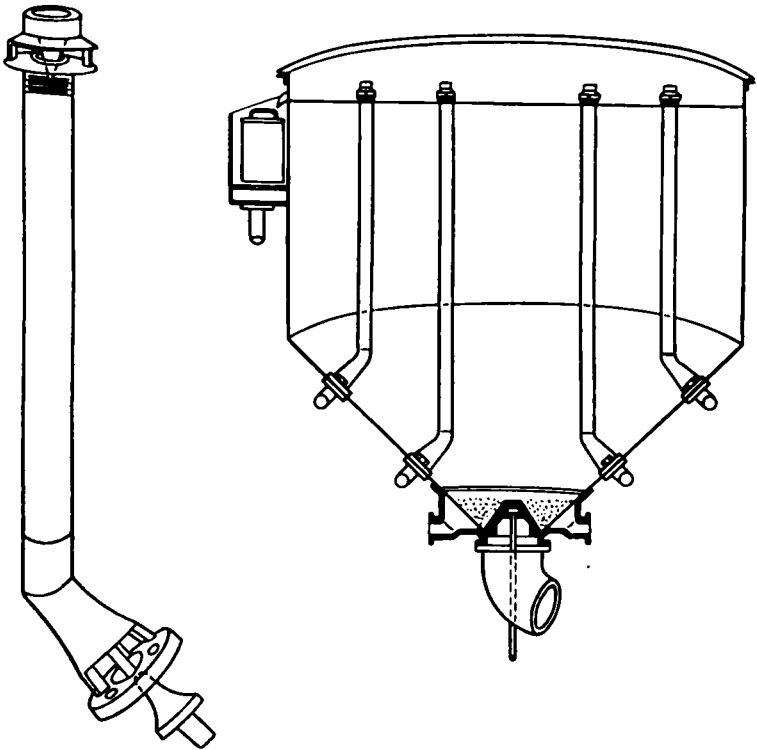


Abb. 16. Weiche Doornkaat

über den Bottich zu verteilen, was beim feststehenden Rohr in weniger ausgiebigem Maße der Fall ist.

Die Absicht, die Gerste im Weichstock durch den Wasch- und Lüftungsvorgang besser und vollkommener zu mischen, leitete den Doornkaatkoelman in der Konstruktion seines Apparates (1904) (Abb. 16)²⁾. Er ordnete in bestimmten Abständen Steigrohre an, derart, daß die aus den einzelnen Rohren ausgestoßenen Körner vermittle einer Verteilungsklappe schräg nach unten abgestoßen werden, wobei sie in den Bereich der Fallschichten der benachbarten Steigrohre gelangen.

¹⁾ Nach Heinzelmann, Wochenschrift f. Brauerei 1907, Nr. 4, 5.

²⁾ Heinzelmann, Wochenschrift f. Brauerei 1907, Nr. 6.

Eine noch gründlichere Durchmischung und Umlagerung glaubt *ten Doornkaat*¹⁾ (Abb. 17) dadurch zu erreichen, daß unten an einer vertikalen hohlen und drehbaren Achse kreuzartig gestellte Arme angebracht sind. Die Arme tragen bis an den Wasserspiegel reichende Strahldüsen. Zur Drehrichtung geneigte Schaufeln, welche sich unten an den Armkreuzen befinden, dienen als Zubringer des Weichgutes zu den Strahldüsen, während der Apparat in Umdrehung versetzt ist, und Luft durch die Hohlwelle und durch besondere Rohrleitungen in die Strahldüsen eingeleitet wird.

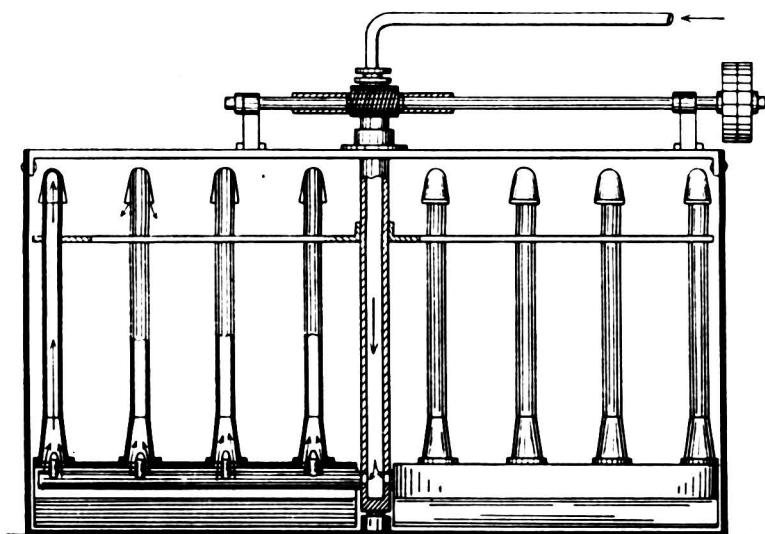


Abb. 17. Weiche Doornkaat

Mit diesem Apparat, welcher in gründlichster Weise die Durchmischung bewirkt, haben nach *Windisch*²⁾ zahlreiche Betriebe mit bestem Erfolg gearbeitet. Dennoch hat er sich aber nicht recht einbürgern lassen, weil die Reinhaltung der zahlreichen, enggestellten Rohre, an und in welchen sich leicht Schmutz- und Schleimmassen festsetzen, unverhältnismäßig großen Arbeitsaufwand erforderlich macht, und die vielen Rohre selbst die Arbeiter bei den Reinigungsarbeiten stark beengen.

Einen drehbaren, sehr energisch wirkenden Misch- und Lüftungsapparat, auf gleichem Prinzip beruhend, baut auch die Firma *Germania, Chemnitz* (Abb. 18). Vermittels der rotierenden Pendeldüsen ist es mehr denn je möglich, das Keimgut, selbst bei Bottichen mit Konusneigung von 60°, wie sie meistens gewählt wird, restlos umzulagern, besonders auch die am Boden liegenden, schlecht rutschenden Teile mit zu erfassen.

¹⁾ *Heinzelmann*, Wochenschrift f. Brauerei 1907, Nr. 9.

²⁾ *Ebenda*, 1905, Nr. 11.

Einen in Wirkung kaum nachstehenden Apparat, aber von wesentlich einfacherer Art, baute dann L a n g e (1905)¹⁾. Er hatte neben dem

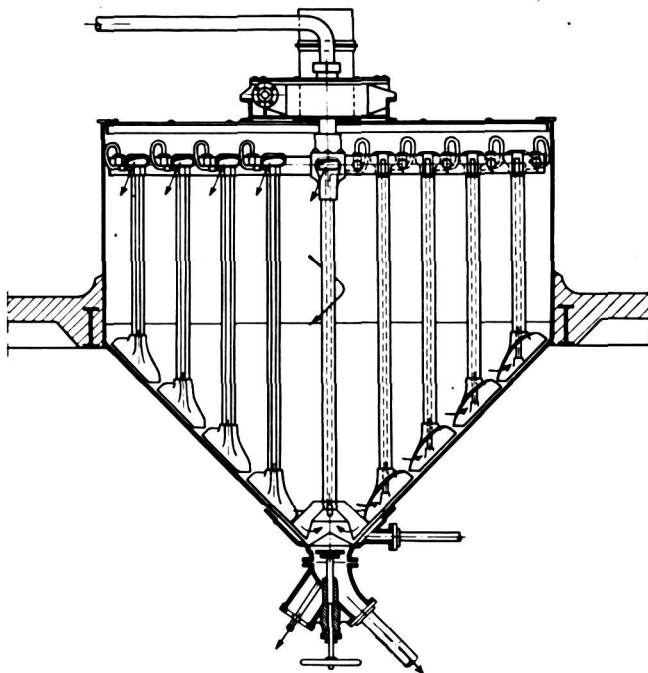


Abb. 18. Misch- und Lüftungsapparat System Germania mit rotierender Pendel-Aufhängung und regulierbaren Düsen

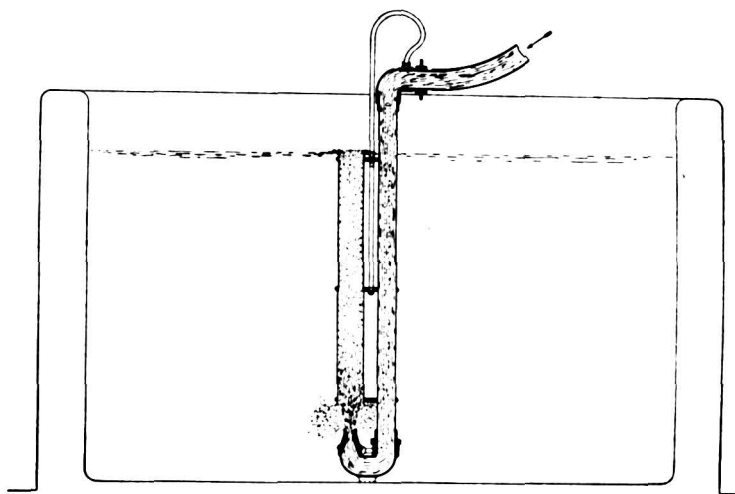


Abb. 19. Misch- und Lüftungsapparat Lange

¹⁾ H e i n z e l m a n n , Wochenschrift f. Brauerei 1905, Nr. 11.

Vorzug, daß er nicht im Bottich befestigt wird, sondern nach Bedarf in das Weichgut an beliebiger Stelle eingeführt werden kann, den weiteren Vorteil, daß das einströmende Wasser durch ein seitliches Rohr gleichzeitig Luft mit einsaugt und dadurch die Verwendung von Kompressionsluft entbehrlich wird (Abb. 19).

So entstand Konstruktion auf Konstruktion; — eine große Mannigfaltigkeit und Vielseitigkeit, — die u. a. auch darin große Ausdruck

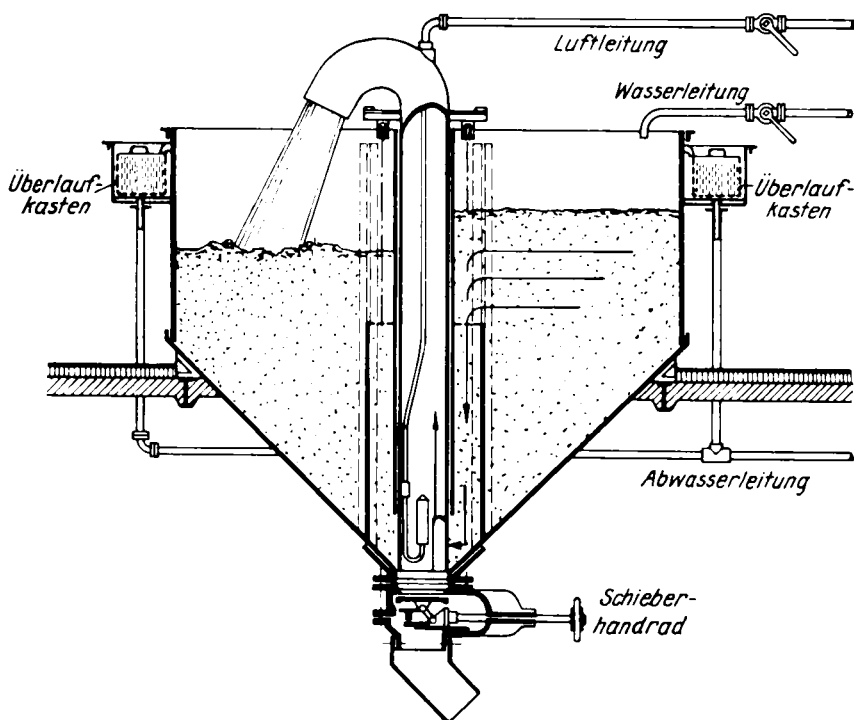


Abb. 20. Weichstock mit mehreren Abteilungen, zum Umpumpen und Umlagern von einer zur anderen (T o p f)

kommt, daß das zentral angeordnete Steigrohr drehbar gemacht ist, und daß der Weichstock durch radial stehende Scheidewände in mehrere Abteilungen eingeteilt wird, und daß das Weichgut von einer zur anderen Abteilung umgepumpt werden kann (T o p f und S ö h n e) (1907) (Abb. 20) oder daß zwecks besonders durchgreifender Reinigung in das Steigrohr ein Propeller mit Antrieb von oben mit so hoch stehenden Flügeln eingebaut wird, daß diese sich nur oberhalb der Gerstenschicht im Wasser drehen, damit sie keine Körner verletzen können (W i l d)¹⁾ (Abb. 21).

Während bei allen diesen Arbeitsmethoden Luft von unten in das

¹⁾ Wild, Zeitschrift f. ges. Brauwesen 1910, S. 321.

Weichgut eingeleitet wird, hält es S ö d i n g ¹⁾ zur stärkeren Anregung des Keimlings für zweckmäßiger, Luft, und zwar in feinsten Verteilung von oben durch das Weichgut durchzuführen, wenn es einige Zeit ohne Wasser gestanden hat. Er bedient sich dazu eines Exhaustors, welcher mit dem untersten Teil des Konus verbunden ist, und erreicht damit,

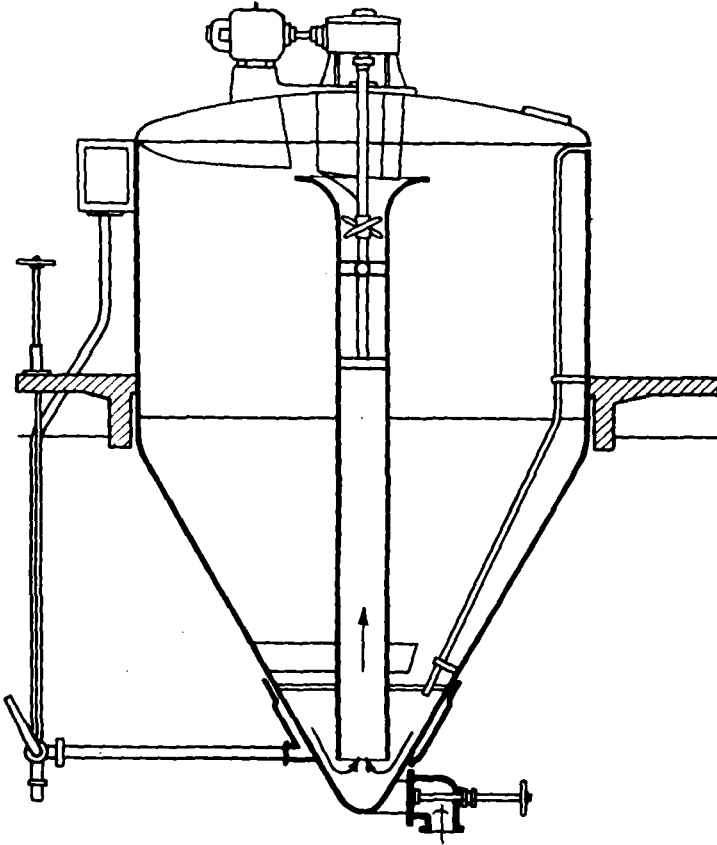


Abb. 21. Propellerweiche Wild

daß die Kohlensäure, welche sich gerade an den tiefsten Stellen am stärksten anhäuft, auf schnellstem Wege entfernt wird, was nicht der Fall ist, wenn die Luft in entgegengesetzter Richtung, von unten nach oben, ihren Weg durch das Keimgut nehmen muß.

Die Ableitung der Kohlensäure aus den unteren Schichten, indes in anderer Weise als durch Exhaustoren aus dem Konus, ist auch das dem System W i n d e - S ö d i n g (Abb. 22) zugrunde liegende Prinzip. Außer der zentral angeordneten Waschdüse sind noch 4 andere kleinere

¹⁾ Zeitschrift f. ges. Brauwesen 1913, S. 516.

vorhanden. Jede von ihnen ist mit einem Lüftungsrohr umschlossen, welches sich unten an einer glockenförmigen Haube ausweitet. Die Hauben dienen zur Erfassung der Kohlensäure, welche aus den betreffenden Schichten angesaugt werden soll. Zwecks Belüftung sind außerdem noch kleinere Hauben an den Waschröhren angeordnet.

Auch dieses System fand infolge der umfangreichen, die Reinigungsarbeiten erschwerenden Einbauten nicht die erwartete Einführung, auch

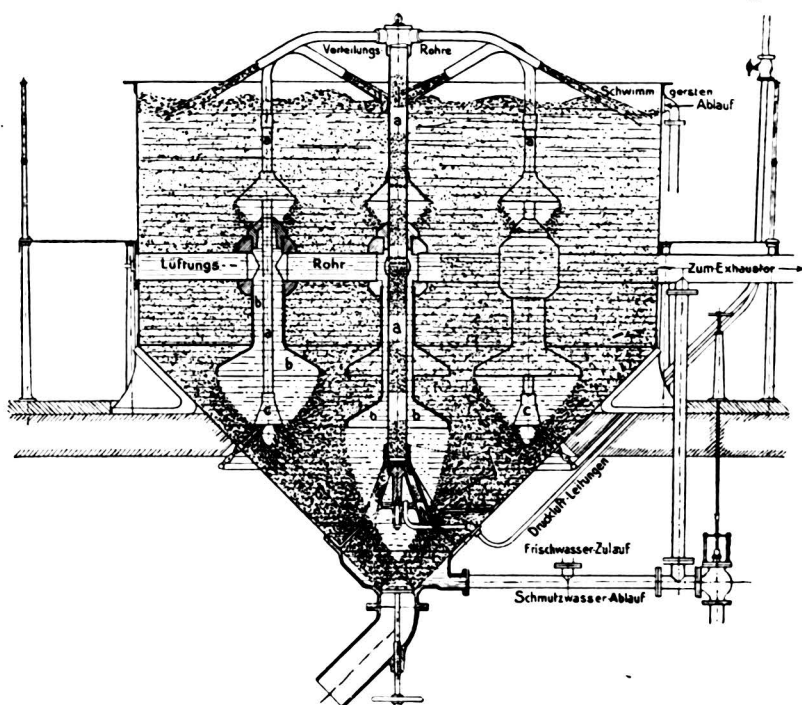


Abb. 22. Weiche, Söding-Winde. a Waschröhre, b Waschhauben, c Waschdüsen

deshalb nicht, weil es in Idee und Wirkung stark über das Ziel hinaus-schoß. Es wollte nicht nur in 3 Tagen die Gerste in gespitztem Zustand aus der Weiche bringen, sondern auch der Vorläufer eines gekürzten Mälzungsverfahrens sein. Nach 5 tägiger Keimzeit sollte das Malz auf die Darre gebracht werden, was nur in Verbindung mit mehrmaligem Spritzen unter forcierter Arbeit möglich war. Das Forcieren war aber, wie es auch jetzt noch ist, die abwegige Mälzungsmethode, gegen die schon seit 10 Jahren vorher angekämpft wurde.

5. Durch Umpumpen.

Das Umpumpverfahren findet sich zum erstenmal in dem Berg-müllerschen System ¹⁾ zur Anwendung gebracht. Die Arbeitsweise

¹⁾ F. Schönfeld, Wochenschrift f. Br. 1898, S. 701.

war in der Weise gedacht, daß die Gerste, nachdem sie einige Stunden geweicht ist, aus dem Konus des Bottichbodens in einen Düsenbehälter gelassen wird, welcher einen Siebboden trägt, auf dem die Gerste sich ansammelt. Von unten wird dann gleichzeitig Wasser und Luft in den Behälter eingeführt, und nun die Gerste unter energischer Durchmischung in den zweiten Bottich hinübergepumpt. Um das Schmutzwasser zurückzuhalten, ist das Auslaufende des Überpumprohres siebartig geschlitzt, und mit einem weiteren Rohr umgeben, von welchem das mitgerissene schmutzige Wasser aufgenommen und dem ersten Bottich wieder zu-

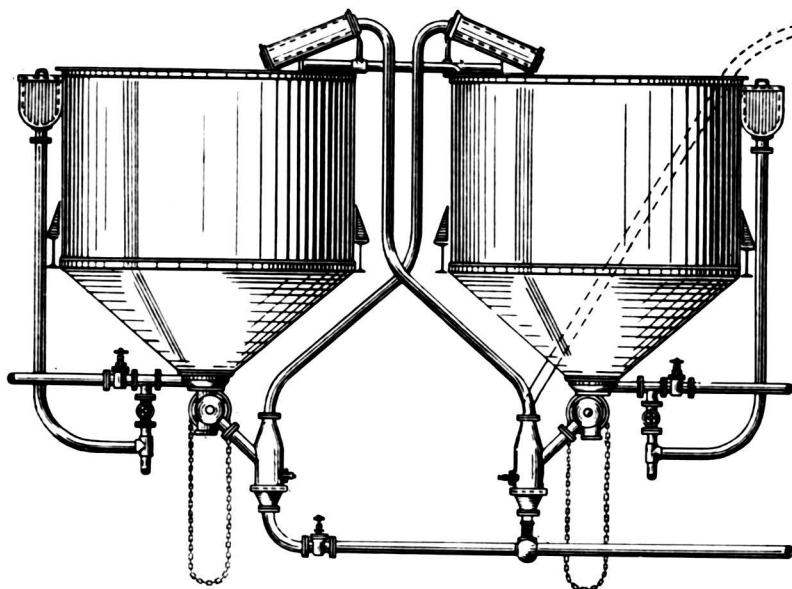


Abb. 23. Wasch- und Weichapparat Bergmüller

geleitet wird. Auf diese Weise wird so lange verfahren, bis sämtliche Gerste in den zweiten Weichstock übergepumpt ist, worauf dann das schmutzige Wasser aus dem ersten Weichstock abgelassen wird (Abb. 23).

Wegen seiner Einfachheit und Zweckmäßigkeit hat das Umpumpverfahren vielfach Anwendung gefunden. Um mit dem Umpumpen zugleich eine weitgehende Umlagerung zu erzielen, hat man einfache Verteilungsvorrichtungen geschaffen. Man läßt z. B. die Gerste mit dem Wasser über einen Schirm fallen, welcher den Deckel eines Behälters bildet und reichlich mit Schlitten versehen ist. Das im Behälter sich ansammelnde Schmutzwasser wird ständig durch ein Rohr abgeführt, während die Gerste über den Schirm hinabgleitet, und im Streukegel, weitgehend vereinzelt, in den Bottich fällt. Das Ausstreuen hat zudem noch die Wirkung, daß etwa vorhandene leichte Gerste (Flachgerste) als schwimmendes Korn abgeschöpft werden kann (Abb. 24, 25 u. 26).



Abb. 24. Neuzeltliche Welchanlage mit 18 Welchbottichen zu je 12 000 kg Gerste

Erfolgt schon ohne diese Vorrichtung eine Umlagerung, da beim Öffnen des Konusventils der Trichterweichen zuerst die vertikal darüber

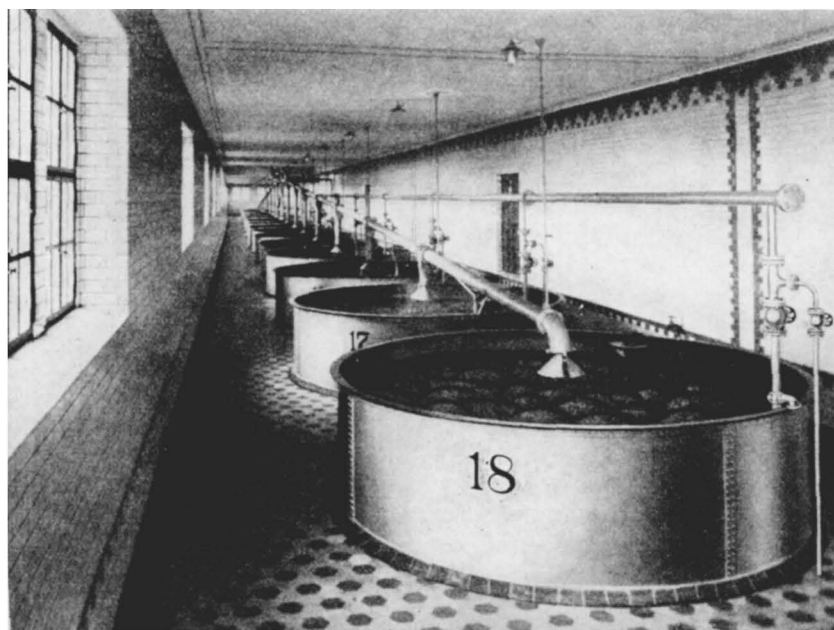


Abb. 25. Welchanlage mit 18 Lüftungswelchen zu je 11 500 kg Gerste

gelagerte Schicht unter Bildung eines schmalen Trichters herausgezogen wird, und allmählich die Böschungsschichten nachfallen, bis zuletzt die auf dem Boden liegenden untersten Schichten nachrutschen, bzw. unter Vermittlung von Wasser nachgewaschen werden, tritt unter Vermittlung der Streuwirkung der Glocke eine viel durchgreifendere Vermischung

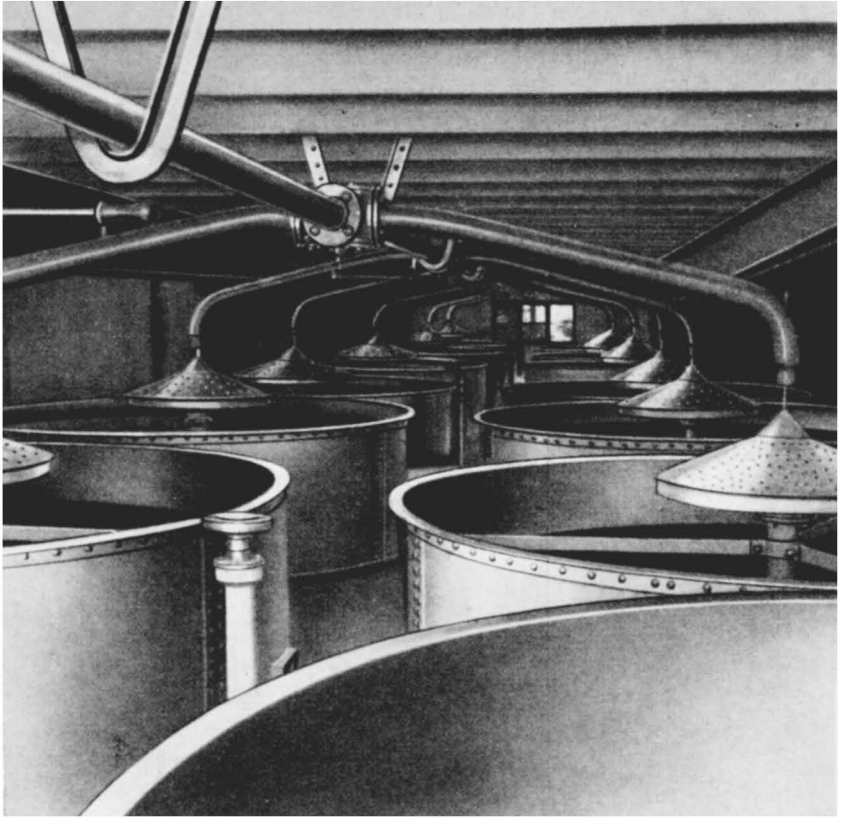


Abb. 26. Neuzeitliche Weichanlage

ein, welche um so vollständiger wird, je öfter das Umpumpen stattfindet.

In Würdigung dieses Umstandes pflegt man denn auch das Umpumpen öfters vorzunehmen, sei es, daß man das Weichgut von einem Bottich zum anderen hin- und herpumpt, sei es, daß man unter Umpumpen das Weichgut über eine Reihe von Bottichen hindurchwandern läßt, bis vom letzten aus das Weichgut auf die Tenne befördert wird (Abb. 24, 25 u. 26).

III. Weichstöcke

(Form und Baustoff)

Als Baustoff dient jetzt fast ausschließlich Eisen. In älteren Anlagen findet man auch vereinzelt noch Zementbottiche.

Dem selbsttätigen Ablauf des Weichgutes hat man bei dem Bau der Weichstöcke mehr und mehr Rechnung getragen, und ist deshalb von den Flachbodenweichen¹⁾ zu den Trichterweichen übergegangen. Entsprechend den Größenverhältnissen der Betriebe und der täglichen Verarbeitungsmenge baut man sie in verschiedenen Größen. Im Maximum ist man indes nicht über Größen hinausgegangen, welche zum Weichen einer Gerstenmenge von 175—200 Doppelzentner erforderlich sind.

Als Größtformat gelten Bottiche, welche einen Durchmesser von 3,5—4 m und eine Tiefe von 3—3,5 m aufweisen, und im Mantel eine Höhe von 1,25—1,50 m, im Konus eine Höhe von 1,50—2 m besitzen.

Bezüglich der Ausmaße, namentlich der Höhe der Weichstöcke, würde eigentlich mehr darauf gesehen werden müssen, Maße, wie sie jetzt für Großformate im Durchschnitt gewählt werden, zu vermeiden. Man muß bedenken, daß bei solchen Tiefen, und bei den entsprechenden großen Mengen an Weichgut nicht nur die Atmung, und damit die Entwicklung von Kohlensäure, sondern vor allem auch wegen der Behinderung der Diffusion die Stauung von Kohlensäure, ganz besonders in den untersten Schichten, eine sehr große ist. Stauung bedeutet aber Drosselung der Weiteratmung, Zurückhaltung und Schädigung des Keimungsetriebes.

Zwar stehen in der Belüftung des Keimgutes Mittel zur Verfügung, die Kohlensäurestauung zu verhindern, indes bedient sich die Praxis in dem ausgiebigen Maße dieses Hilfsmittels nicht, was, meinem Dafürhalten nach, darauf zurückzuführen ist, daß der Praktiker auf eine all zu frühe Ankeimung keinen Wert legt. Jedenfalls nicht einen solchen, wie es scheinbar angestrebt wurde, unter der Wirkung von Wort und Schrift, als die Bewegung zur Verurteilung des alten Weichsystemes weiteste Kreise der Fachwelt in den Bann zog. Den Weg, für ständige Ableitung der Kohlensäure Sorge zu tragen, beschritten wohl manche. Wo es aber geschah, nahm man indes nach kürzerer oder längerer Zeit wieder Abstand davon.

Wohl beschleunigt die Zuführung von Luft, sei es von unten, sei es von oben in das Weichgut, die Ankeimung. Die Feststellung indes, daß die Keimung in ungleichmäßiger Weise dabei beeinflußt wird, daß die oberen Schichten, welche trockner liegen als die unteren, früher zum

¹⁾ In England hat man meistens noch an den schmalen, langen, nur wenige Fuß tiefen Weichtrögen festgehalten, in welchen die Gerste nur in dünner Schicht liegen kann und Atmungshemmungen viel weniger unterworfen ist.

Ankeimen kommen, war Veranlassung genug, die Lüftung weitgehend einzuschränken. Meistens ist man dann dabei so weit zurückgegangen, daß das Keimgut stundenlang sich selbst überlassen bleibt, ehe erst wieder Luft zur Entfernung der Kohlensäure zugeführt wird. Diese Zeit ist aber ausreichend genug, um eine Stauung von Kohlensäure in einem Ausmaße herbeizuführen, welche für den Keimling schon ein Zurückdrängen der Keimungslust bedeutet.

In Bottichen mit niedrigen Höhen kann nun eine reichlichere Diffusion der gebildeten Kohlensäure stattfinden.

Kommt es bei den Großweichstöcken mit den bekannten Tiefenmaßen von 3—4 m unter Umständen zu Ansammlungen von Kohlensäure bis zu 20%, so geht bei kleineren die Stauung kaum über 6—8% hinaus. Das bedeutet natürlich eine weitgehendere Schonung der Keimungslust.

Diese Gesichtspunkte sind es, welche dafür sprechen sollten, die Höhe der Weichstöcke einzuschränken. Dem gegenüber drängen aber wirtschaftliche Rücksichten auf Verbilligung des Baus, Ausnützung von Raum und Einsparung an Arbeit, und sie sind es dann auch, welche für die Einführung der tiefen Trichterweichen maßgebend waren. Die in bezug auf Keimung sich ergebenden Hemmungen fallen nach Ansicht vieler und einflußreicher Praktiker nicht ins Gewicht, um wirtschaftliche Vorteile dafür fallen zu lassen.

IV. Die verschiedenen Arbeitsmethoden in ihrem Gebrauch in der Praxis

Von diesen verschiedenen Methoden haben viele nur theoretische Bedeutung gehabt, viele sind nur versuchsweise in Anwendung gewesen. Andere, denen anfänglich großer praktischer Wert zugesprochen wurde, ließ man nach einiger Zeit, als sich herausstellte, daß Nachteile verschiedener Art wie Unbequemlichkeiten beim Arbeiten, Reinigungsschwierigkeiten, Ungleichheiten in der Keimung, zu starker Wasserverbrauch, oder schließlich auch andere Mängel zutage traten, die durch den in der früheren Ankeimung, dem ruhigeren Wachstum usw. gegebenen Vorteil nicht ausgeglichen wurden, wieder fallen.

Einige haben aber ihre Eignung auch für die Folge erweisen können, und finden sich jetzt noch als ständige Einrichtung in den Mälzereien in Anwendung. So wird das auf Bergmüller zurückgehende Umpumpverfahren, das allerdings im Laufe der Zeit verschiedene technische Ergänzungen erfahren hat, vielfach, und besonders in den großen Betrieben benutzt. Sei es, daß neben dem Umpumpen noch eine Durchlüftung stattfindet, indem die Luft von unten durch Rohre eingeführt wird, oder die Kohlensäure unten abgesaugt und Luft von oben in das Keimgut eingesaugt wird, oder aber eine besondere Belüftung überhaupt entfällt.

Nicht minder hat sich das an **Bothner** (1885) anknüpfende Verfahren, welches auf dem Einblasen von Luft durch auf dem Boden des Weichstockes angebrachte Rohre beruht, viele Freunde in der Praxis erworben, und ist an vielen Betriebsstätten zu ständiger Einrichtung geworden.

Wenn heute mit nicht vielen Ausnahmen die praktische Bedeutung des Überganges von dem alten Weichverfahren ¹⁾, nach welchem die Gerste im Weichstock ständig unter Wasser belassen, das erste Weichwasser nach 6—8 Stunden abgelassen, dann frisches Wasser bis zum Klarlaufen zugelassen und nun das Weichwasser täglich 1—2 mal erneuert wurde, in die neueren Methoden in vollstem Umfange erkannt wird, so darf diese Erkenntnis vor allem auf das Eintreten von **W. Windisch** (1898) zurückgeführt werden.

Einige Jahre vorher (1895) ²⁾ hatte schon der Malzmeister **Patterson** seine Arbeitsweise auf die Luftwasserweiche eingestellt, und sich dabei der **Bothnerschen** Einrichtung bedient. Er lüftete sowohl längere Zeit unter Wasser, wie namentlich auch am Ende der Weichzeit 12 Stunden ohne Wasser, und erreichte erhebliche Abkürzung der Weichzeit, zugleich aber auch, daß die Gerste spitzend auf die Tenne kam.

In diesem Bestreben, die tote Periode auf der Tenne weitgehend abzukürzen, suchte nun der erfinderische Geist des Mälzers, Technikers und Wissenschaftlers auf verschiedensten Wegen Arbeitsmethoden zu finden, nach denen auf verhältnismäßig schnellstem Wege das Weichgut

¹⁾ Neben diesen allgemeinen Verfahren bediente man sich indes auch noch einiger anderer. In **England** z. B. wurde die Gerste, nachdem sie mindestens 40 Stunden geweicht worden war, in einen kubischen Behälter übergeführt, und dort etwa 1 Tag belassen, ehe sie dann auf die Tenne gebracht wurde. Bei diesem Trockenstehenlassen erfolgte eine Nachweiche.

Diese Arbeitsweise war durch die Art der Besteuerung bedingt, da die Steuer von der Menge der gequollenen Gerste erhoben wurde, wobei man zugrunde legte, daß das Volumen der Rohgerste sich um $\frac{1}{4}$ durch den Quellprozeß vermehrt.

In **Böhmen** wurde verschiedentlich in der Weise geweicht, daß die Gerste 24 Stunden lang unter Wasser blieb, und dann auf der Tenne in hohe Haufen, bis zu 1,5 m gesetzt, und von Stunde zu Stunde unter Besprengen mit Wasser umgearbeitet wurde. 24 Stunden nach dieser Tennenbehandlung wurde dann die Gerste wieder in den Quellstock zurückgebracht, nochmals einige Stunden unter Wasser gesetzt, und nun erst endgültig ausgeweicht.

Während der 24 stündigen Behandlungszeit auf der Tenne mit Bespritzen und Durcharbeiten wurde ein zweiter Gerstenposten im Weichstock 24 Stunden lang geweicht, der dann auch wieder auf der Tenne der gleichen Behandlung unterzogen wurde, so daß immer gleichzeitig 2 Posten in Bearbeitung waren.

Ein von **Balling** vorgeschlagenes Verfahren beruhte darin, daß die Gerste nur 12 Stunden im Weichstock geweicht, dann gründlich mit frischem Wasser durchgewaschen, nunmehr auf die Tenne gebracht, in Haufen von 20—30 cm Höhe gesetzt, und alle 12 Stunden unter Umschaukeln mit Wasser besprengt wurde, bis sie Quellreife erhielt.

²⁾ Allgemeine Zeitschrift f. Bierbrauerei und Malzfabrikation 1896, S. 970.

schon im Weichstock an den Zustand des Spitzens gebracht wurde. Man gelangte dabei schließlich zu Weichzeiten von eineinhalb bis 2 Tagen, so namentlich unter Anwendung bzw. Mitverwendung von Brausen-
vorrichtungen, oder auch unter Verwendung von oftmaligem Wechsel von Unterwasserhalten und Trockenstehenlassen, bzw. mit Luftdurch-
leitung ¹⁾).

Auf diesem Wege folgte die Allgemeinheit aber nicht mit. Das Ziel galt als überspannt. Die Grundgedanken machte man sich aber zu eigen, daß das Aufgeben des alten Weichverfahrens praktisch greifbare Vor-
teile mit sich bringt bzw. mit sich bringen kann; hält aber an der Auf-
fassung fest, daß es dazu nicht erforderlich ist, daß das Weichgut schon im Weichstock spitzt, daß es vielmehr ausreicht, wenn unter dem Wechsel von Unterwasserstehenlassen und Trockenstehenlassen, sei es in Ver-
bindung mit periodischer Lüftung unter oder ohne Wasser, sei es ohne Lüftung, oder nur durch Lüften unter Wasser ohne umschichtige Weiche, oder durch Umpumpen von einem Weichstock zum anderen, die tote Tennenperiode bis auf einen halben oder einen Tag etwa abgekürzt wird ²⁾. Wie man nun auch, eigene Erfahrungen im Betrieb benutzend, arbeitet, auf alle diese außerordentlich verschiedenen Arten gelingt es, die Nachteile der alten Weichmethode auszuschalten, die Gerste nach 12—24 Stunden, wie es gern gesehen wird, zum Keimen zu bringen, die Haufen kühl zu halten, den sonst beim alten Verfahren schwer zu unter-
drückenden Schimmel nicht aufkommen zu lassen, den Mälzungsschwand

¹⁾ Z. B., wenn in der Weise gearbeitet wurde, daß umschichtig die Gerste 2 Stunden unter Wasser und 4 Stunden ohne Wasser stehengelassen wurde.

²⁾ Um nur einige Beispiele aus der Praxis anzuführen, seien folgende herausgegriffen:

a) Umschichtige Weiche, 3 Stunden unter, 3 Stunden ohne Wasser. Lüftung am Ende der Schicht je $\frac{1}{4}$ Stunde. Im ganzen dreimal umpumpen.

b) Umschichtige Weiche, je 5 Stunden unter und ohne Wasser, Lüftung 2—3 Stunden täglich nur unter Wasser.

b¹⁾ Umschichtige Weiche, 3—4 Stunden täglich ohne Wasser; Lüftung nur unter Wasser.

c) Umschichtige Weiche, 4—6 Stunden täglich ohne Wasser; mit bzw. ohne Umpumpen.

d) Umschichtige Weiche, täglich 1—2 mal je $\frac{1}{2}$ Stunde ohne Wasser; keine besondere Lüftung.

e) Keine umschichtige Weiche, dagegen 1—2 Stunden, entweder ein- oder zweimal täglich Lüftung, unter Wasser, mit und ohne Umpumpen.

f) Keine umschichtige Weiche, und keine besondere Lüftung; dagegen Umpumpen bis zu 6 mal, evtl. mit Absaugen von Kohlensäure während der Nachweiche vor dem Ausweichen.

g) Keine umschichtige Weiche und keine besondere Lüftung. Bei in 2 Etagen übereinander stehenden Weichstöcken ablassen am 2. oder 3. Tage von dem oberen in den unteren.

h) Wie g; Weichstöcke in mehreren (bis 5) Etagen übereinanderstehend, so daß die Gerste nacheinander von Weichstock zu Weichstock selbsttätig abläuft.

zu verringern und dem Grünmalz bis zum letzten Augenblick frische, gesunde Beschaffenheit zu sichern.

In Bestätigung der alten Erfahrung, daß beim Trockenstehenlassen für die oberen Schichten bevorzugter Anreiz zum Wachsen gegeben ist, halten auch jetzt viele Praktiker daran fest, die Lüftung nur anzuwenden, wenn die Gerste unter Wasser steht, beim Trockenstehenlassen aber nicht zu lüften, während andere wieder die umschichtige Behandlung überhaupt nicht anwenden. Bedacht genommen werden sollte aber stets darauf, daß, wie die Einrichtungen auch sind, eine weitgehende Umlagerung und Umschichtung erreicht wird, um ungleiche Einflüsse von Luft einerseits, und durch Atmung des Kornes gebildeter Kohlensäure andererseits zu vermeiden. Dann lassen sich auch die den großen Weichstöcken anhaftenden Nachteile beseitigen.

V. Das Weichwasser

A. Die natürlichen Wässer und ihre Eignung

Der Bedeutung des Wassers für Weichzwecke hat man schon frühzeitig seine Aufmerksamkeit zugewandt. Es kann das nicht weiter auffällig erscheinen. Ist doch das Weichen nicht allein ein Vorgang, der nur mit der Wasseraufnahme verbunden ist, sondern gleichzeitig auch ein Auslaugungs-, ein Reinigungsverfahren; und sollte es nicht eine alte Beobachtung sein, daß Regenwasser zum Reinigen von Wäsche viel geeigneter ist wie hartes Wasser! So lag es auf der Hand, daß auch das weiche Regenwasser eine stärkere Reinigungswirkung beim Weichen haben müßte, wie es auch darin augenfällig zum Ausdruck kam, daß es sich im Unterschied zu hartem Wasser viel stärker färbte, was eben nur auf Extraktion von Farbstoffen aus der Spelze zurückgeführt werden kann.

Das bestätigen denn auch die alten Lehrbücher. Paupie, Muntz, Balling, Habich, um nur diese zu nennen, gaben alle dem weichen Wasser den Vorzug. Es reinige nicht nur besser, sondern weiche auch schneller.

Zum Weichen kann man jedes Wasser benutzen, wenn es nur klar, farblos und geruchsfrei ist. Es soll indes keinen zu hohen Gehalt an Mikroorganismen ¹⁾ besitzen, namentlich nicht in Verbindung mit großem Gehalt an Ammoniak, salpetriger und Salpetersäure.

Die über die Einflüsse der mineralischen Bestandteile gemachten Erfahrungen und angestellten Untersuchungen geben keinen Grund zu der Auffassung, daß sie von irgendwie erheblicher Bedeutung sind, soweit es sich um Wässer handelt, deren Gehalt an Mineralstoffen innerhalb der für Gebrauchswässer ermittelten Grenzen liegt.

¹⁾ Siehe „Brauerei und Mälzerei“, Band I, S. 194—97.

Wenn z. B. auch direkte Nachteile bei der Verwendung harter, und zwar sehr gipsreicher Wässer nur in extremen Fällen beobachtet sind, so verdienen sie immerhin Beachtung, da sie deutlich zeigen, daß in Verbindung mit der Verlangsamung der Wasseraufnahme leicht auch ungleiche Keimung und Lösung auftreten kann ¹⁾).

Nicht unerwähnt seien in diesem Zusammenhang auch die Seyffert'schen Versuche und Bestrebungen ²⁾. Ausgehend von den Beobachtungen aus dem täglichen Leben, den Arbeiten von Moritz und Morris über Wasserverbesserung, und unterstützt durch eigene praktische Versuche, betont auch Seyffert die ausschlaggebende Bedeutung des Wassers für den Grundcharakter der Biere. Er sieht sie nicht nur für die Bierherstellung, sondern vor allem für die Herstellung typischer Malze, und fordert weiches Wasser für Pilsener Malz und Bier, Karbonatwasser für Münchner Malz und Bier. Auf Grund, besonders seiner und Richards Untersuchungen über Gerb- und Bitterstoffe der Gerste, glaubt er die Eigenart des Münchner Malzes neben den anderen grundlegenden Eigenschaften darin begründet zu sehen, daß durch den Weichvorgang mit Karbonatwasser diese herben und bitteren Stoffe weitgehend ausgezogen werden, so daß sie die für Münchner Malz charakteristischen Eigenarten, starkes Aroma und hohe Süßkraft, nicht verdecken können. Und damit kommt er zu dem Vorschlag, nicht geeignete Wässer entsprechend zu verbessern; namentlich zur Erzeugung von Münchner Malz nur Karbonatwässer zu verwenden, bzw. nötigenfalls Wasser in Karbonatwasser umzuwandeln.

In einer Hinsicht traf Seyffert das Richtige. Die Wasserfrage ist ausschlaggebend für den Grundcharakter des Bieres. In anderer Hinsicht irrte er. Für das Malz hat sie keine Bedeutung, wenigstens keine irgendwie nennenswerte.

Nachdem Habich, im Ausbau der Auffassung von der besseren Geeignetheit weicher Wässer, zum Weichmachen harter Wässer geraten hatte, beginnt in der Folge nach und nach die Behandlung des Wassers mit Kalk Fuß zu fassen ³⁾).

¹⁾ S. Felix: Allgemeine Brauer- und Hopfenzeitung 1896, Nr. 77.

²⁾ Wochenschrift f. Brauerei 1904, S. 519; 1905, S. 75; 1906, S. 545; Zeitschrift f. ges. Brauwesen 1907, S. 199, 214, 549, 561.

³⁾ Nach einem Bericht in der allgemeinen Zeitschrift für Bierbrauerei und Malzfabrikation 1879 wird von einem Mälzer mit großem Erfolg zur Bekämpfung des Schimmels Gerste in Kalkwasser eingeweicht, welches durch Vermischen von 1 Liter Kalkbrei auf 10 hl Wasser hergestellt ist (Aus allgem. Hopfenzeitung 1879, S. 590).

1892 berichtet H. Maus in der Wochenschrift für Brauerei S. 775 ebenfalls über die mit Kalkbehandlung gemachten günstigen Erfahrungen. Er benutzte indes ungelöschten Kalk, den er erst in einem Behälter löschte, welcher in den Weichstock eingehängt wurde.

Zahlenmäßige Angaben über die günstige Wirkung der Kalkweiche erbringt Hauer 1897, Zeitschrift f. Spiritusindustrie Nr. 49.

B. Die Aufbereitung durch Kalk bzw. Lauge

Der gelöschte Kalk wird entweder in Form der Kalkmilch oder als klare Lösung zum Weichwasser zugesetzt und die Gerste 4—6 Stunden damit behandelt. Entweder weicht man gleich in Kalkwasser ein oder setzt es erst dem zweiten Weichwasser zu. Allgemeinere Anwendung findet die Kalkbehandlung aber erst, als W. Windisch (1897) die Vorteile derselben stärker betont.

Er empfiehlt anfänglich die Verwendung einer Kalkmilch derartiger Stärke, daß 100 g gelöschter Kalk auf 0,5 Doppelzentner Gerste entfallen, rät aber später wegen besonderer Nachteile mehr zur Benutzung von klarem, gesättigten Kalkwasser, das 137 g CaO im Hektoliter enthält und von dem bei weichem Wasser $\frac{1}{10}$, bei hartem Wasser bis zu $\frac{1}{6}$ der zum Einweichen benutzten Wassermenge zugesetzt werden, bzw. 1 bis 1,5 Hektoliter auf 10 Hektoliter Weichwasser. Denn verschiedenen Beobachtungen in der Praxis zufolge hatte sich herausgestellt, daß sich bei der Verwendung von Kalkmilch beim Wenden des Malzes auf der Darre unter Umständen eine starke, die betreffenden Arbeiter belästigende, Staubentwicklung bildet, deren Ursache allein auf Kalk zurückzuführen ist, und daher rührt, daß die Kalkmilch beim Wasserwechsel in der Weiche nicht vollständig entfernt wird, bzw. infolge der Eigenart mancher Weichstöcke und gewisser Weichbehandlung nicht entfernt werden kann. Bei Verwendung von klarem Kalkwasser bleiben indes diese Übelstände aus, obgleich der Kalk auch bei Verwendung von karbonathaltigen Wässern Ausfällungen hervorruft, die aber nur geringfügiger Art sind, und leicht fortgewaschen werden können. Zu ungunsten der Kalkmilchbehandlung mußte es auch ausgelegt werden, daß vereinzelt Verminderungen der Keimfähigkeit beobachtet worden sind. Immerhin findet sich die Verwendung von Kalkmilch noch vielfach vor, ohne daß über Belästigungen durch Kalkstaub oder Beschädigungen der Keimfähigkeit Klage geführt wird, wenn, wie es jetzt auch meist der Fall ist, zweckmäßige Weicheinrichtungen es ermöglichen, den nicht gelösten, bzw. ausgefällten Kalk vollständig fortzuwaschen.

In der Kalkbehandlung, — mag nun Kalkmilch oder gesättigtes klares Kalkwasser benutzt werden, wobei es keine ganz genaue Bemessung der Kalkgabe bedarf, und es genügt, wenn sie zwischen 50 und 120 g gelöschtem Kalk, bzw. 20—40 g CaO je 50 kg Gerste, bzw. je Hektoliter Einweichwasser liegt, — besitzt man ein wirksames Mittel zur Bekämpfung der Schimmelbildung auf der Tenne, und eine Verstärkung der in gleicher Richtung liegenden Wirkung der umschichtigen Weiche, der Umpumpbehandlung, der Belüftung und Luftwäsche, auch in bezug auf kühle Haufenführung, Einschränkung der Atmungsverluste usw.

Nicht zu übersehen ist aber auch der Vorteil, den diese Methoden mit sich bringen in bezug auf die Unterdrückung von schädlichen Spalt-

pilzgärungen, die namentlich von Buttersäure-, Termobakterien und ähnlichen Mikroben hervorgerufen werden.

Das alte Verfahren ist nicht wirksam genug, weder hinsichtlich der Entfernung von etwa schon vorhandenen Umsetzungsstoffen obiger Art, noch der Abschwemmung der Mikrobenflora, und auch nicht der Behinderung der weiteren Vermehrung derselben.

Liegen solche Gersten vor, die nicht mehr einwandfrei die gesunde Beschaffenheit besitzen, so ist der eigenartige Geruch des Weichwassers und Weichgutes ein untrügliches Zeichen für das Vorhandensein und Wirken von Säurungsorganismen. Aber nicht nur, daß sie hier wahrnehmbar sind. In dem Weichwasser zu weiterer Vermehrung angeregt, setzen sie ihre, mit der Bildung der jedem Praktiker bekannten unangenehmen Geruchsstoffe verknüpfte, zersetzende Tätigkeit nach dem Ausweichen auf der Tenne fort, und behindern das Hervorbrechen des Keimlings, bringen diesen selbst durch ihre Giftwirkung zum Absterben. Der Naßhaufen behält seinen säuerlichen Geruch, bis die Wurzeln kräftig genug sind, die Bildung des bekannten frischen, an Gurken erinnernden Geruchs mehr und mehr zunimmt, und damit den anfänglichen Geruch überdeckt.

Ist die reinigende Wirkung der Belüftung und des Umpumpens, der ersteren besonders dann, wenn sie unter Wasser erfolgt, vor allem als eine Folge der gegenseitigen Reibung der Körner aneinander anzusehen, so kommt dem Kalk, in gleichem, wenn nicht noch höherem Maße dem Alkali, welches von M o u f a n g empfohlen wurde, noch dadurch eine weit stärker reinigende und damit desinfizierende Wirkung zu, als diese Mittel die äußeren Spelzenschichten zu stärkerer Quellung, und damit Lockerung und leichterem Abstoßen der Schmutzteile und Mikroben bringen.

Die Verwendung von Alkali ist bequemer als die von Kalk. Es kann in hochkonzentrierter Form (etwa 33—35%ig) als handelsübliche Natronlauge bezogen werden, so daß man mit kleinen Mengen auskommen kann. Denn es genügen als Zusatz zu 10 hl Weichwasser 250 bis 750 g Lauge, je nach dem Karbonatgehalt und der Menge der freien Kohlensäure. Statt der Lauge ist auch Soda ein bequemes und gut wirkendes Mittel.

Ganz besondere Bedeutung kommt aber diesen Methoden noch dadurch zu, daß sie durch die Entfernung von Schmutzinkrusten, Pilzwucherungen und Schleimsammlungen, welche die Atmung des Keimlings verhindern, dessen Erstickung aufhalten bzw. verhüten. Die Überlegenheit der Kalk- bzw. Laugenbehandlung kann vielleicht aber auch damit zusammenhängen, daß, falls die Panzer von Inkrusten und Schleim nicht beseitigt werden, die darin festgehaltenen Alkalien die von dem Keimling ausgestoßene Atmungskohlensäure binden und ihre Schädigung aufheben. So kommen noch Keimlinge, welche sonst zugrunde gehen

würden, zur Entwicklung und die Keimfähigkeit wird auf die höchst erreichbare Stufe gebracht, was sich vor allem bei beregneter oder hawarierter Gerste in recht auffälliger Weise bemerkbar machen kann¹⁾.

So unverkennbar der günstige Einfluß aller dieser Methoden ist, gibt es doch noch manche Betriebe, selbst großen Formats, welche das alte Verfahren noch nicht aufgegeben haben. Namentlich begegnet man ihm in Betrieben in klimatisch günstig gelegenen Anbaugebieten, wo tadellose, trockene, gesunde Gersten in ausreichenden Mengen zur Verfügung stehen, deren Verarbeitung unter Anwendung dünner, kühler Haufenführung bei weitgehender Substanzeinsparung, Fernhaltung von Schimmel und Spaltpilzgärungen unschwer durchführbar ist, so daß es immerhin verständlich erscheint, wenn sie sich von dem alten Verfahren noch nicht getrennt haben.

C. Die Weichtemperaturen und ihre Bedeutung

1. Die Kaltweiche

Alte Erfahrung lehrt schon, daß zum Weichen kühles Wasser, wie es vom Brunnen entnommen wird, verwendet werden soll. Sie lehrt, daß unter wärmerem Wasser das Weichgut leicht zur Fäulnis neigt, verschlechterte Keimfähigkeit zeigt und schließlich ungleiches Gewächs liefert, namentlich überstarker Blattkeimbildung Vorschub leistet. So besagen denn auch die Angaben in den alten Lehrbüchern, daß die besten Weichtemperaturen zwischen 10 und 12°C liegen, wie auch dies die besten Temperaturen für die Malztenne sein sollen. Wenn auch unter den Gesichtspunkten späterer Feststellungen bei Verwendung von Lüftung und Kalk diese Auffassung von dem Vorzug der Kaltweiche als nicht mehr

¹⁾ Unter Zurückgreifen auf L e r m e r s Versuche wurde von F. C e r n y seiner Zeit (Österreichische Brauer- und Hopfenzeitung 1900, Nr. 2; 1902, Nr. 17) die Behandlung mit wässriger Chlorkalklösung vorgeschlagen, und von den verschiedensten Seiten in der Praxis teils mit, teils ohne Erfolg erprobt. Die Chlorkalklösung wurde in der Weise hergestellt, daß 10 kg in 1 hl Wasser gelöst wurden, und daß nun die klare Lösung (1 hl) als Zusatz zu 50 hl Weichwasser diene. Die in verschiedenen Fällen beobachteten Nachteile, welche darin bestanden, daß selbst noch bei der Verarbeitung der betreffenden Malze im Sudhaus ein vom Chlorkalk herrührender unangenehmer Geruch und Geschmack vorhanden war, blieben aber Grund genug für die Allgemeinheit, das Verfahren abzulehnen und vor der Verwendung zu warnen.

Die Behandlung mit Alkohol und Äther (R e i c h a r d, Zeitschrift f. ges. Brauwesen 1897, S. 255; 1898, S. 63) ist wohl geeignet, wenn sie auf 1 Minute Einwirkungszeit beschränkt bleibt, lebensschwache, unter normalen Bedingungen nicht mehr wachsende Keimlinge zur Keimung zu bringen, und als Nachweis für höchst erreichbare Keimfähigkeit bei gelittenen Gersten zu dienen, nicht aber geeignet für die Verwendung in der Praxis.

Günstig hat sich auch die Behandlung mit etwa 1% Formaldehydlösung bei kurzzeitiger Einwirkung erwiesen.

zutreffend angesehen werden sollte, so halten doch auch jetzt noch mit wenigen Ausnahmen die Betriebe an der Kaltwasserweiche fest.

Um die Berechtigung dieses Standpunktes ermitteln zu können, wird man sich folgende Überlegung vor Augen halten müssen. Die auf einem Ackerstück, und wenn es noch so klein ist, geerntete Gerste ist niemals in allen ihren Körnern gleich. Schon in der Ähre ist die Ausbildung je nach der Stellung, ob oben, in der Mitte oder unten, verschieden. Verschieden sind die aus ein und derselben Wurzel kommenden Halme und Ähren. In der Größe, in der Form, in der inneren Struktur, und in der chemischen Zusammensetzung sind Ungleichheiten vorhanden. Die Unterschiede im Eiweißgehalt einzelner Körner können bis zu 3% und darüber betragen, wie das nicht nur an Gerste, sondern auch an Weizen festgestellt worden ist. Wenn somit schon bei einheitlichem Erntegut Unterschiede in verschiedenster Richtung bestehen, so werden sie noch größer bei ungleicher Beeinflussung durch Düngung, Vorfrucht, Bodenbeschaffenheit, Witterung, und dann vor allem bei Mischungen verschiedener Posten.

Wenn nun auch durch scharfe Sortierung eine in Größe und Form möglichst gleichmäßige Gerste für den Weichstock vorbereitet werden kann und auch wird, so können damit doch nicht die Ungleichheiten in anderer Hinsicht, in Reifegrad, morphologischer Struktur, physikalischer, chemischer und physiologischer Zusammensetzung, beseitigt werden. Der Weichvorgang wird somit auch zu einer für die einzelnen Körner ungleichen Wasseraufnahme führen müssen. Diese Ungleichheiten ziehen sich aber in der Wärme mehr auseinander als in der Kälte, und veranlassen auch große Unterschiede in der Keimung, Wurzelbildung und Lösung. Kalte Temperaturen erweisen sich als geeigneter, diese Ungleichheiten einzuschränken.

Man kennt auch die Gefahr der Überweiche, die bei erhöhter Weichtemperatur leicht eintritt, und weiß, daß solche Gerste anfänglich schwer ankeimend, im Haufen nicht kalt zu halten ist, den Blattkeim stark vorschiebt, und schließlich an der Bildung von „Husaren“ nicht mehr zu hindern ist — alles Nachteile, welche frühzeitig schon in vollem Umfange erkannt worden sind.

So findet es denn eine natürliche Erklärung, wenn an der Kaltweiche festgehalten wurde, was besonders auch wieder in erhöhterem Maße für Gersten erforderlich ist, welche unter ungünstigen Witterungs- oder Lagerungsverhältnissen in der Weckung ihrer enzymatischen Kräfte, in ihrem physikalischen Aufbau, in chemischer Hinsicht, im Befall durch Pilze, und in der Anregung des Keimlingslebens unterschiedliche Beeinflussung erfahren haben. Wo gesunde, einheitliche Gersten eventuell erhöhte Temperaturen noch unbeschadet vertragen, lassen fehlerhafte Gersten schon deutliche Schädigungen erkennen.

2. Die Warmweiche

Für die Verwendung wärmeren Wassers trat dann W. W i n d i s c h ¹⁾ unter Hinweis auf erfolgreiche Versuche bei gleichzeitiger intensiver Belüftung und Kalkbehandlung ein. Zugleich galt dabei als Ziel, die bei der Kaltweiche bestehende lange Weichzeit abzukürzen, und für das Ankeimen auf der Tenne wiederum noch einen Vorsprung zu gewinnen. Man erreichte es, die Weichzeit soweit zu verkürzen, daß sie bei manchen Betrieben in der Regel nunmehr nur noch 36—40 Stunden, in Einzelfällen sogar nur noch 30 Stunden betrug. Die Temperatur des Weichwassers wurde auf etwa 20° C eingestellt. Die Notwendigkeit, die kühle Haufenführung beizubehalten, machte es aber erforderlich, das Weichgut wenige Stunden lang vor dem Ausweichen unter Kaltwasser zu setzen, damit es in gekühltem Zustand auf die Tenne gelangt.

Über das Weichen mit wärmerem Wasser wurde seiner Zeit viel Günstiges aus der Praxis berichtet. Für die erfolgreiche Durchführung war von ausschlaggebender Bedeutung, daß das Weichgut nicht in Gefahr kam, unter Luftmangel zu leiden und zu ersticken, weshalb für eine weit ausgiebigere Luftzuführung, als es bei der Kaltweiche nötig wurde, Sorge getragen werden mußte.

Nötig ist aber auch eine öftere und viel gründlichere Umlagerung.

In beiderlei Hinsicht scheint vielfach doch aber gefehlt worden zu sein, was vielleicht auch wohl mit unzureichenden Anlagen zusammenhing.

Jedenfalls waren die bekannten mit dem Warmweichen auftretenden schädlichen Folgen nicht gebannt trotz Lüftung. Fehlschläge machten scheu. Unsicherheit griff wieder um sich. Und so ging das Interesse für die Warmweiche mehr und mehr wieder verloren.

Man kehrte zu der bewährten Kaltweiche zurück.

3. Die Heißweiche

Inzwischen unternahm dann einen weiteren Schritt in der Verwendung von Warmwasser S o m l o ²⁾ (1906), welcher für Temperaturen von 30 bis eventuell 70° C eintrat. Die Heißweiche sollte nur am Anfang und auch nur während kurzer Zeit angewendet, und darauf durch die Kaltweiche ersetzt werden. Im Hinblick darauf, daß mit steigender Temperatur die schädigende Wirkung auf den Keimling zunimmt, mußte auch darauf gesehen werden, die Heißwasserbehandlung mit zunehmender Temperatur stark einzuschränken. Während z. B. bei 33° C die Behandlungszeit auf etwa 4 Stunden bemessen werden sollte, sollte sie bei 50° C auf nicht länger als 25 Minuten beschränkt werden, und bei noch höherer

¹⁾ Jahrbuch der V. L. B. 1904 u. f.

²⁾ Wochenschrift f. Brauerei 1907, S. 699.

Temperatur schließlich sogar nur auf wenige Minuten, letzten Endes nur auf 1 Minute.

Moufang¹⁾ griff dann weiterhin die Frage auf, und suchte die Bedingungen zu erweitern, unter denen die Heißweiche angewendet werden kann.

Die in der Literatur niedergelegten Beobachtungen²⁾ kamen indes zu keinem für das Verfahren günstigen Ergebnis. Bezüglich der Ankeimung stellte man, wie kaum anders zu erwarten war, eine Verzögerung, und meistens auch eine große Ungleichheit fest. Als günstige Wirkung wurde nur eine erhöhte Reinigungswirkung erkannt. Was außerdem als eine Folge der Heißbehandlung zutage trat, war die ungleiche Beeinflussung von Blatt- und Wurzelkeimen. Je höher die Weichtemperatur gewählt wurde, um so stärker war die Hemmung in der Entwicklung der Wurzelkeime, umgekehrt dagegen die Begünstigung in der Blattkeimentwicklung. Diese unterschiedliche Beeinflussung ließ sich sogar in extremen Fällen, bei Anwendung überhoher Temperaturen, so weit treiben, daß eine Wurzelkeimbildung so gut wie vollständig verhindert wurde, während trotzdem ein Anwachsen der enzymatischen Kräfte in solchem Umfange auftreten konnte, daß sie zur Verzuckerung der Stärke ausreichten. Das schien nun große Aussichten auf Umwälzungen bei der Malzbereitung zu eröffnen, von denen noch größere Einsparungen an Kornsubstanz erwartet wurden. Es blieben Utopien.

An dem Heißweichverfahren hat trotzdem Moufang zäh festgehalten. Er geht sogar so weit darin, daß er das auf 40—45°C eingestellte heiße Wasser 3 Stunden, unter Umständen darüber hinaus, einwirken läßt. Um dabei eine Schädigung des Keimlings zu verhüten, worauf selbstverständlich das größte Augenmerk zu richten ist, bedarf es einer energischen Lüftung und Umwälzung, wofür sich u. a. das Dörrnkattsche bewegliche Lüftungssystem bzw. das rotierende System Germani besonders eignet. Ich selbst habe mich überführen können, daß es auf diese Weise bei einer Weichzeit von 45—50 Stunden möglich ist, die Tennenhaufen bei denkbar geringster Bearbeitung kühl und frei von Schimmel zu halten, und in jeder Hinsicht Malz von einwandfreier Beschaffenheit zu erzeugen. Allerdings ist für eine erfolgreiche Anwendung des Verfahrens, und zur Hintenanhaltung von Fehlschlägen sorgfältigste Vorprüfung der Gerste auf gesunde Beschaffenheit Voraussetzung, um Hitzeeingriffe auf schwächliche Keimlinge, Ausdehnung der toten Tennenperiode und Begünstigung schädlicher Spaltpilzgärungen möglich zu vermeiden. Der stärkere Anreiz auf die Blattkeimentwicklung zwingt nicht minder zu größter Vorsicht in der Bemessung der Zeit für die Heißweiche. Das wird auch, selbst bei Verwendung von mäßig warmen Temperaturen, schon erforderlich, die erfahrungsgemäß, wenn

¹⁾ Wochenschrift f. Brauerei 1909, Nr. 28/29.

²⁾ Zeitschrift f. ges. Brauwesen 1910, Nr. 27, 31, 38, 42, 45.

sie auch nur einige Stunden zur Anwendung kommen, unter gewissen Umständen eine solche Anregung geben können, daß der Blattkeim durchwächst.

Unverkennbar ist der Heiß- bzw. Warmwasserweiche nach verschiedener Richtung hin Bedeutung beizumessen. Das wärmere Wasser dringt schneller in das Korninnere, erweicht es leichter, und erleichtert damit der Aktivierung und Wanderung der Enzyme den Weg. Die für das Wachstum des Keimlings und die Neubildung von Enzymen erforderlichen Stoffe werden in stärkerem Maße erzeugt, und dem Keimling zugeführt. In verstärktem Maße wandern die Enzyme in das Korninnere zurück, und leisten erhöhte abbauende und aufschließende Tätigkeit. Es werden vor allem die Einbettungsmassen der Stärkesäcke schneller durchsetzt, und diese selbst nun leichter angegriffen und gelöst. Erleichtert wird somit auch das Durchdringen der starken Eiweißumschließungen der Rand- und Spitzenzellen, die leichter der Aufschließung zugänglich gemacht werden. Alles in allem findet eine vollkommenere Durchdringung mit Enzymen, sowie stärkere Abbau- und Lösungswirkung statt.

Durch die Heißweiche ist man besser gerüstet, glasige, speckige, harte, eiweißreiche Gerste aufzuschließen, und daraus Malz herzustellen, dessen Verarbeitung nicht mehr die Schwierigkeiten macht, die bei Verwendung kalter Weiche schwer zu beheben sind.

Da mit der Heißweiche auch ein stärkerer Quellungs Vorgang verbunden ist, so darf als ein weiteres, zu ihren Gunsten sprechendes Moment angesehen werden, daß sie nicht nur lösungsfördernd wirkt, sondern auch der Erzeugung mürber, lockerer Beschaffenheit des Malzmehlkörpers Vorschub leistet, und dadurch wieder die Verarbeitung harter Gerste erleichtert.

Wenn zudem durch die Heißweiche in Verbindung mit der Kalk- bzw. Alkalibehandlung ein Weg gegeben wird, auf dem es möglich ist, rauhspeizigen Gersten ihre herben Geschmacksstoffe, dunklen, beregneten Gersten ihre dunklen Farbstoffe zu entziehen, und somit weniger edle Gerste zu edlerem Braumalz zu verarbeiten, aus dem geschmacksreine und feine Biere erzeugt werden können, so dürfte damit wohl dem Verfahren eine gewisse volkswirtschaftliche Bedeutung nicht abzuerkennen sein.

Wenn dennoch der Heißweiche mit Skepsis begegnet wird, so darf das in erster Linie auf die wohlberechtigte Scheu vor den hohen Temperaturen und deren schädlichen Folgen zurückgeführt werden. Der Beschaffenheit der Gerste entsprechend, erfordert die Heißweiche eine viel sorgfältigere Prüfung und Einstellung und schließt trotzdem die Gefahr nicht aus, daß Fehlschläge eintreten¹⁾.

¹⁾ Daß solche unter Umständen überraschend eintreten können, habe ich verschiedentlich zu beobachten Gelegenheit gehabt; z. B. in solchen Fällen,

Gegenüber der dadurch bedingten Unsicherheit, der man zwar bei genauer Kenntnis der Eigenschaften der Gerste, und bei erforderlich werdender schnellster Umstellung begegnen kann, bietet die Anwendung von kaltem Wasser viel größere Gewähr gegen schädliche Einwirkungen auf den Keimling, gegen ungleiches Weichen, ungleiche Ankeimung, ungleiche Entwicklung der Keime und Lösung. Zudem erleichtert sie Kontrolle und Überwachung.

4. Die Überlegenheit der Warmweiche als Warmwäsche

Diese Sicherheit, welche in weitgehendem Maße eine verhältnismäßig gleichmäßige Behandlung zuläßt, wird aber auch nicht beeinträchtigt, wenn in vorsichtiger Weise eine kurze Behandlung mit schwach angewärmtem Wasser erfolgt, im übrigen aber kalt geweicht wird.

Meinen Erfahrungen zufolge kann man mit den denkbar günstigsten Wirkungen rechnen, wenn man Temperaturen um 20° C herum, diese aber auch nur kurze Zeit anwendet, sei es, daß man sie 2—3 Stunden gleich beim Einweichen einwirken läßt, sei es, daß man sie am 2. oder 3. Tage nochmals zur Anwendung bringt, sei es, daß, wie es auch mit Erfolg in der Praxis gehandhabt wird, das Weichgut 2—3 Stunden vor dem Ausweichen mit Warmwasser behandelt wird.

Die kurze Warmweiche am Schluß bedingt aber noch mehr wie das Warmweichen vorher ein niedriges Auftragen der Naßhaufen auf der Tenne zwecks Auskühlung, und regt trotzdem stark die Ankeimung in den gekühlten Haufen an.

Bei milden Gersten muß man, bezüglich der Einwirkungszeit des warmen Wassers wesentlich vorsichtiger als bei harten, speckigen, eiweißreichen Gersten vorgehen; auch bei wärmerer Jahreszeit größere Vorsicht anwenden als bei kälterer. Für erstere genügt schon eine einmalige Behandlung; letztere können meist unbeschadet eine zweifache, unter Umständen sogar eine dreifache Behandlung vertragen, aber nur in der kalten Jahreszeit.

Wie auch verfahren werden möge, zu unterlassen ist nicht, das Weichwasser mehrmals am Tage zu erneuern, und dabei reichlich frisches kaltes Wasser zulaufen zu lassen, so daß es auch stets klar über der Gerste

wo plötzlich Undichtheiten beim Heißwasserzuführungsrohr auftraten, und erst spät bemerkt wurden, so daß eine Art Verbrühung stattfand, wozu aber gar keine sehr hohe Temperatur erforderlich ist.

Aber auch bei Laboratoriumsversuchen in Trichterweichen läßt sich die keimtötende Wirkung selbst kurzer Heißweiche leicht beobachten. Schon Weichtemperaturen von 30° C aufwärts reichen aus, wenn sie auch nur 2 Stunden lang gehalten werden, einen hohen Prozentsatz von Körnern abzutöten, was besonders stark bei frisch geernteten Gersten bemerkt werden kann. Selbst schwache Luftzuführung hält die schädigende Wirkung nicht auf. Sie muß schon sehr intensiv sein.

steht. Zu unterlassen ist aber auch nicht, reichlich zu lüften, mag es nun in zwei, drei oder vier Perioden täglich je $\frac{1}{2}$ —2 Stunden geschehen. Für vorteilhaft halte ich es, während der 2—3 stündigen Warmweiche überhaupt ohne Unterbrechung Luft zuzuführen.

Bei dieser Beschränkung der Warmweichzeit wird ihre Bedeutung als verstärktes Weichmittel nicht aufgehoben, wie leicht an der anregenden Einwirkung auf die Entwicklung des Blattkeims wahrgenommen werden kann. Die Schäden der Heißweiche werden aber umgangen. Verstärkt wird die Reinigungswirkung. Die Warmweiche wird damit mehr zur „Warmwäsche“, namentlich wenn sie unter Verwendung von Alkali oder Kalk vorgenommen wird.

Zur Durchführung aller dieser Maßnahmen ist es natürlich erforderlich, die Einflüsse stark abweichender Außenlufttemperatur nach Möglichkeit auszuschalten, bzw. abzuschwächen. Das Weichhaus sollte in die ganzen baulichen Anlagen der Mälzerei entsprechend eingebaut sein, besonders gut gegen Kälte geschützt. Wo es die Verhältnisse gestatten, sollte eine Heizanlage aufgestellt werden, um das Weichhaus angemessen zu heizen. Nicht nur sollte man das Warmweichen bei der in Frage kommenden Temperatur sichern, sondern auch das Abkühlen der Kaltweiche unter Temperaturen von 10—12° C verhindern, damit nicht die Wasseraufnahme und die Weichzeit verzögert werden.

VI. Quellreife

A. Weichzeiten

In der Weiche soll die Gerste *q u e l l r e i f* werden. Sie soll so viel Wasser aufnehmen, daß sie imstande ist, Blatt- und Wurzelkeime so weit zur Entwicklung kommen zu lassen, daß eine angemessene Enzymbildung mit angemessener Vorbereitung der physikalischen Struktur des Kornes für die Aufschließung im Sudhaus zwecks vollständiger Gewinnung der brauwertigen Bestandteile, und zwecks Erzeugung einer für Wachstum und Gärtätigkeit der Hefe, sowie für die Bereitung eines einwandfreien Bieres geeigneten Würze erfolgen kann.

Die Wasseraufnahme verläuft nicht parallel der Zeit, sondern schwächt sich mit Zunahme derselben mehr und mehr ab.

Erreicht z. B. eine Gerste im Verlauf einer 72 stündigen Weichzeit bei üblicher Kaltweiche einen Weichgrad von 50, so nimmt sie in den ersten 24 Stunden etwa 30—35 Teile, in den nächsten 24 Stunden 12—15 Teile, und in den letzten 24 Stunden dagegen nur noch 5—8 Teile ihres Gewichtes an Wasser auf.

Die Aufnahme des Wassers, sowohl in bezug auf Schnelligkeit wie Höhe, ist von einer Reihe von Faktoren abhängig. In Betracht kommen;

Zeit der Weiche,

Temperatur des Weichwassers,

Chemische Zusammensetzung des Weichwassers.
Größe des Kornes.

Physikalische Struktur des Kornes.

Es hieße nur Selbstverständliches überflüssigerweise in Worte fassen, und anderweitig schon wiederholt Gesagtes wiederholen, wenn nochmals erläutert werden sollte, daß mit zunehmender Zeit und zunehmender Temperatur eine Zunahme in der Wasseraufnahme Hand in Hand geht, daß eine Behandlung in der Weiche in Verbindung mit Lüftung, sowie weiches Wasser die Aufnahme mehr begünstigen als hartes, daß nicht minder auch das große Korn schwerer weicht als das kleine.

Das milde Korn, das strukturell lockerere, leitet das Wasser schneller von Schicht zu Schicht im Korn fort, als das harte, glasige Korn. Gerste, welche von der Hitze überfallen ist, und Notreife bekommen hat, braucht wegen ihrer dichten strukturellen Beschaffenheit längere Zeit zur Quellreife, als ein in der Reifung nicht gestörtes, vollreifes Korn.

Von sehr maßgeblichem Einfluß ist aber auch die Beschaffenheit der Spelze. Sie liegt bekanntlich nicht dicht am Korn an, sondern umschließt es locker, so daß ein Luftraum die Spelze von der Samenschale trennt.

Das Eindringen des Wassers erfolgt zwar in der Hauptsache durch die von der Basis nach dem Korninnern sich erstreckenden Kanäle, ferner auch von der Spitze her. Daneben findet aber auch ein Wasserdurchgang durch die Samenhaut statt. Wird nun diese früh schon und weitgehend vom Wasser umspült, kann durch alle Poren das Wasser eindringen. Die Spelze behindert nun aber die schnelle Umspülung, und die Behinderung wird um so stärker sein, je schwieriger die Entfernung des Luftraumes ist.

Das Wasser tritt namentlich an der Spitze zwischen Spelze und Korn in den Zwischenraum. Ist die Spelze dünn, reich an Poren, oder gar rissig, wird die Luft leicht abgedrängt. Ist sie dick, lederartig, fest und poren- sowie rissearm, gelingt das Abdrängen nur langsam. Die Luft bleibt lange als Polster im Zwischenraum, und hält die Diffusion in das Korninnere zurück. Die Wasseraufnahme wird verlangsamt, die Weichzeit muß verlängert werden.

In Jahren reichlichster Niederschläge vor und während der Ernte bilden solche Zustände keine Seltenheit, sondern eine allgemeine Erscheinung, so daß Gersten solcher Jahre auch aus diesem Grunde längere Weiche benötigen. Anders in Jahren normaler atmosphärischer Verhältnisse, welche die Ausbildung einer leichteren Spelzenstruktur mit stärkerer Porosität ermöglichen.

Die Bedeutung des Luftpolsters, welches unter der Spelzenhülle festgehalten wird, wird auch erkenntlich, wenn man sich vor Augen hält, mit wie wesentlich geringerer Weichzeit Weizen und nackte Gerste auskommen, wo selbst hoher Grad von Speckigkeit keine auch nur annähernd so hohe Weichzeit verlangt wie bespelzte Gerste.

So ergeben sich vielseitigste Verhältnisse, unter deren Einfluß die in der Praxis angewendeten und anzuwendenden Weichzeiten in weiten Grenzen schwanken können. Gilt es z. B., in einem Jahr für die Gerste eines bestimmten Gebietes eine Weichzeit von 60—70 Stunden zu geben, so kann es für Gerste eines anderen Anbaugebietes unter Umständen erforderlich werden, die Weichzeit auf 70—80, oder gar 90 Stunden ausdehnen zu müssen. Sind die Witterungsverhältnisse eines ganzen Landes in einem Jahre schließlich gleich, so gleichen sich auch mehr die Weichzeiten für die verschiedenen Gebiete aus. Immerhin bleiben sie unterschiedlich, namentlich wenn weiche Wässer gegen sehr gipsreiche, milde lockere Gersten gegen speckige, eiweißreiche oder notreif gewordene stehen. Haben Gersten unter Hitzeüberfall gelitten, so reichen diese Weichzeiten aber meist nicht mehr aus, und man muß sie je nach Erfordern bis auf 100, ja 110 Stunden erhöhen, und selbst noch darüber hinausgehen.

Das gilt für die Fälle, in welchen nach der alten Weichmethode verfahren wird. Nicht aber bei Einrichtungen, die es gestatten, warm zu waschen bzw. zu weichen, und zweckmäßig und reichlich zu lüften.

Ist man in der Lage, sich dieser Hilfsmittel zu bedienen, kommt eine Ausdehnung der Weichheit auf so lange gar nicht mehr in Frage. Durch entsprechende Zusammenwirkung von Warmweiche und Lüftung vermag man den jeweils erforderlichen Weichgrad zu erreichen, ohne eine Weichzeit von 70—80 Stunden überschreiten zu müssen.

B. Weichgrad

Hat die Gerste in der Weiche die erforderliche Wassermenge aufgenommen, wird die Weiche abgebrochen und die Gerste auf die Tenne gebracht. Welche Höhe nun aber die Wasseraufnahme bzw. der Weichgrad erreichen soll, ist mit Rücksicht auf die Art des herzustellenden Malzes zu entscheiden. Für ein Malz, welches auf verhältnismäßig kurzen Blattkeim mit gerade noch ausreichender, aber ohne weitgehende Lösung gearbeitet werden soll, ist unter normalen Verhältnissen und bei Durchschnittsgersten schwache Weiche zu geben. Gilt es andererseits, ein Malz mit gut langem Blattkeim und guter Lösung herzustellen, so ist stärkere Weiche zu geben. So pflegt man verschiedentlich für Malz, welches zur Herstellung stark gehopfter Biere nach Pilsener Art Verwendung finden soll, schwache Weiche mit einer Wasseraufnahme von 42—45% des Gerstengewichts, entsprechend einem Wassergehalt der ausgeweichten Gerste von 40—42%, für andere helle Malze gewöhnlich etwas stärkere Weiche und für Münchener Malz starke Weiche mit einer Wasseraufnahme von 50—55%, entsprechend einem Wassergehalt von 43—46%, zu geben.

Nur noch um wenige Prozente darüber hinaus läßt sich die Wasseraufnahme steigern, wozu dann aber unverhältnismäßig lange Ausdehnung der Weichzeit erforderlich ist.

Zur Bestimmung des Weichgrades kann man sich der Tausendkorngewichtsmethode, oder aber auch besonderer kleiner Apparate bedienen, welche mit einem bestimmten Quantum Gerste versehen in den Weichstock gehängt werden. Sie geben ein genaueres Urteil über den Grad der Quellreife, als die alten praktischen Merkmale, die aber trotz der Ungenauigkeit auch heute noch dem alten erfahrenen Praktiker von gewissem Wert sind.

Als solche Merkmale gelten, wie *H e r m b s t ä d t* ¹⁾, *B a l l i n g* ²⁾, u. a. schon anführten, folgende; Die Hülsen müssen sich leicht von dem Mehlkörper ablösen und die Körner an beiden Spitzen sich zusammendrücken lassen, wobei dann die Hülse platzen soll, was sich an einem leicht knackenden Geräusch erkennen läßt, wenn man das Korn ans Ohr hält. Die Spitzen sollen nicht mehr stechen; auch soll sich das Korn über den Daumennagel biegen lassen, ohne abzubrechen, und beim Streichen über ein Brett einen kreideartigen Strich geben.

C. Wasserbedarf

Abhängig von dem äußeren Zustand der Gerste und der Art der Weichbehandlung ist auch der *V e r b r a u c h v o n W a s s e r* für die Weiche unterschiedlich. Unter einfachsten und eingeschränktesten Verhältnissen etwa 0,5 cbm betragend, steigt der Bedarf mit gesteigertem Wasserwechsel und vermehrter Wäsche auf 1,2—1,5 oder gar bis 1,8 cbm je Doppelzentner Gerste an.

VII. Weichverluste

A. Durch direkte Lösung

Mit dem Weichen werden nun auch *S t o f f e* von der Gerste *f o r t g e f ü h r t*. Teils sind es mechanisch losgelöste, auf der Spelze sitzende erdige Bestandteile und Pilzwucherungen, teils durch Aneinanderreiben der Körner losgerissene Spelzenteile, Basalborsten usw. Andererseits sind es aber auch durch Wasser aus Spelze und Korn selbst in Lösung gebrachte Stoffe. So entstehen Verluste mancherlei Art, welche insgesamt, nach verschiedenen Autoren, zwischen 0,6 und 1,5% der Gerstentrockensubstanz betragen, und welche, *ceteris paribus*, bei verletzten Körnern am größten sind, weshalb nicht dringend genug darauf hingewiesen werden muß, beim Dreschen Beschädigungen möglichst zu verhüten.

¹⁾ *H e r m b s t ä d t*, Chemische Grundsätze der Kunst Bier zu brauen, 3. Aufl. 1826, S. 140.

²⁾ *B a l l i n g*, Die Bierbrauerei, I. Band, I. Teil, 2. Aufl. 1854, S. 333.

Was das Inlösungbringen von Stoffen aus dem Korn einschließlich Spelze betrifft, so ist die Höhe dieser Verluste von dem Gehalt an löslichen Stoffen überhaupt, sowie von dem Grad der Erhärtung von Spelze und Korn, der Durchlässigkeit der Testa, und der Umschließungs- bzw. Einbettungsstoffe, endlich aber auch von der Temperatur des Weichwassers, dem Weichverfahren und den Wassersalzen abhängig.

Letztere können sowohl als Mittler wie auch als Sperrkörper wirken ¹⁾. Gips z. B. wirkt der Extraktion entgegen, sperrt das Lösen gewisser Stoffe, indem er Eiweißkoagulationen veranlaßt, und damit die Durchlässigkeit der Testa vermindert. Kohlensaurer Kalk hinwiederum fördert die Lösung namentlich von Bitterstoffen, mit denen er lösliche Verbindungen eingeht. Er ist auch ein gerbstoffentziehendes Mittel, doch anderer Art wie Gips, da der Gerbstoff sofort wieder unlöslich ausgefällt wird. Wie aus den Untersuchungen *Macheleidts* ²⁾ hervorgeht, kommen von Gerb- und Bitterstoffen an sich indes nur geringfügige Mengen (etwa 0,04% der Gerstentrockensubstanz), die in Lösung gehen, in Betracht.

Von immerhin geringem Unterschied sind auch die jeweils durch die verschiedenen Wässer entzogenen Mengen. Eine deutlich stärkere Extraktionswirkung rufen allerdings Kalk und Lauge hervor. Deshalb empfiehlt sich auch die Behandlung des Weichwassers mit Kalk bzw. Alkalien ganz besonders bei hartschaligen, weniger edelen, auch dunkel gefärbten Gersten, deren Verwendung zur Herstellung feinerer, heller Biere, wenn auch nicht ausschließlich so doch in einem erheblichen Maße, durch starke Entziehung von herben, rauen und dunklen Farb- und Geschmacksstoffen möglich gemacht wird.

Erheblich größer ist die Extraktion von organischer Substanz überhaupt. Einschließlich der Gerb- und Bitterstoffe gehen nach *Macheleidts* Versuchen 0,4—0,5% der Gerstentrockensubstanz in Lösung, wobei auch wieder alkalisch gemachte Weichwässer die stärkste Wirkung besitzen. Von einzelnen in diese Gruppe fallenden Körpern sind zu nennen; Diastase, Zucker, Pentosane, Stickstoffkörper, vielleicht auch Huminkörper bzw. Vorstufen derselben, welche neben Gerbstoffen die oft vorkommende gelbe oder gar braune Färbung des Weichwassers hervorrufen. Schließlich sind es auch noch anorganische Stoffe, an

¹⁾ Siehe „Brauerei und Mälzerei“, Band I, S. 317—22.

²⁾ Es wurden bei einer 24 stündigen Weichzeit aus 300 g Gerste, bei Verwendung

von konzentriertem Gipswasser	0,113 g	Bitterstoff + Gerbstoff
destilliertem Wasser	0,125 g	„ + „
Kalziumbikarbonatwasser	0,124 g	„ + „
Kalkwasser	0,155 g	„ + „
natronhaltigem Wasser (1,86 g NaOH im Liter)	0,222 g	„ + „ gelöst.

(*Wochenschrift f. Brauerei* 1923, S. 37.)

erster Stelle die Phosphate des Kaliums, welche dem Korn entzogen werden.

Dieser Extraktion steht nun aber andererseits eine Invasion der Stoffe gegenüber, welche aus dem Wasser stammen. Während die Extraktion hauptsächlich organische Stoffe erfaßt, dringen durch die Invasion in erster Linie anorganische Stoffe ein, die indes wegen ihrer geringen Reaktionsfähigkeit und geringen Menge ohne Belang für die physiologischen Vorgänge im Korn sind, so lange sie qualitativ und quantitativ sich in den Grenzen halten, wie sie für Mälzerei- und Brauereiwässer nicht überschritten werden dürfen.

B. Durch Atmung

Neben diesen durch Wasser herausgelösten Bestandteilen gehen aber dem Korn beim Weichen auch noch Stoffe verloren, welche erst durch enzymatische Tätigkeit gespalten werden, und nun in Gestalt der Umsetzungsstoffe entweichen.

Mit dem Aufsaugen von Wasser beginnt sich der Keimling zu regen und zu atmen. Für die ersten Lebensbedürfnisse hat die Natur durch Schaffung kleiner Zuckervorräte im Endosperm gesorgt. Sie saugt der Keimling an. Teils baut er damit Zellsubstanz auf, teils veratmet er sie.

Mit Erweckung des Keimlingslebens erfolgt aber auch die Neubildung ¹⁾ von Diastase aus der unlöslichen in die in Wasser lösliche Form, wobei die proteolytischen Enzyme die Kupplung zwischen Diastase und Eiweißstoffen lösen. Damit gehen auch Eiweißabbauvorgänge Hand in Hand. Die Diastase beginnt ihren Angriff auf die der Epithelschicht des Schildchens anliegenden Zellen. Die Stärke wird abgebaut, und die Abbaustoffe wandern zum Embryo. Es kann also auch ein Teil dieser, aus der Spaltung der Stärke gebildeten Zucker, schon für die Atmung verbraucht werden.

Von den Atmungsprodukten ist die Hälfte Kohlensäure. Wird sie aus dem Weichgut nicht entfernt, so staut sie sich an, und drosselt damit mehr und mehr die Sauerstoffatmung und die Entwicklung des Keimlings. Die Atmung geht dann anaerob weiter. So entsteht eine immerhin beachtliche Verlustquelle durch Substanzzerstörung, wodurch die Weichverluste eine weitere Erhöhung erfahren.

Den Nachweis über die Atmung der Gerste im Weichstock, und über das Anstauen von Kohlensäure führten als erste Schütt und Goslich ²⁾, welche einen Kohlensäuregehalt bis zu 8 Vol.-% im Weichstock in dem Augenblick feststellten, wo das Weichwasser, welches 24 Stunden auf der Gerste gestanden hatte, eben abgelassen worden war.

¹⁾ Siehe „Brauerei und Mälzerei“, I. Band, S. 287 u. f. auch Baker und Hulton, Journal of the Inst. of Brewing, 1923, 29, S. 824.

²⁾ Wochenschrift f. Brauerei 1886, S. 163.

Auch Bleisch¹⁾ beschäftigte sich mit dieser Frage, und studierte u. a. das Verhalten beim Weichen unter völligem Luftabschluß. Wie nicht anders zu erwarten war, kam er zu dem Ergebnis, daß Luftzufuhr zur Weiche die Atmung erhöht, Luftabschluß sie hemmt, und die Hemmung mit zunehmender Weichzeit in steigendem Maße zunimmt.

Unter den in der Praxis obwaltenden Verhältnissen, bei denen es sich um Weichstöcke von 1,5—3,5 m Tiefe handelt, ist nun aber die Frage der Atmung auch noch unter dem Gesichtspunkt der Stauung der Kohlensäure in dem hochgelagerten Weichgut zu betrachten. Der Atmungsvorgang findet in der ganzen Gerstenmasse statt, und damit auch überall die Bildung von Kohlensäure. Unter der Wirkung des verschiedenen Höhendrucks sammelt sich die Kohlensäure nun auch in den verschiedenen Schichten in verschiedener Menge. Mit zunehmender Tiefe nimmt die Stauung zu und steigt zu erheblichen Beträgen an.

So ergaben eigene gemeinsam mit W. K u s e n a c k ausgeführte Versuche²⁾ an Weichstöcken von 3 m Tiefe und 160 Doppelzentner Schüttung, daß im Verlauf des ersten Weichtages bei

Unterwasserweiche in 0,15 m von der Oberfläche 4 g Kohlensäure

	„ 1,50 m	„ „	„	8,5 g	„
am Boden	„ 3,00 m	„ „	„	8,9 g	„

¹⁾ Bleisch, Zeitschrift f. ges. Brauwesen 1902, S. 17.

²⁾ Unterwasserweiche

	I. Tag	II. Tag	III. Tag
1 hl Weichwasser enthält nach Abzug der an Carbonate gebundenen und freien Kohlensäure des Betriebswassers g freie CO ₂ .			
Am Beginn einer Periode	oben . . . 0,4	3,2	2,3
	Mitte . . . 0,4	3,6	2,3
Nach Stunden:	unten . . . 1,2	4,4	2,7
1.	oben . . . 4,2	5,9	6,9
	Mitte . . . 8,5	14,2	16,2
	unten . . . 8,9	14,8	17,4
2.	oben . . . 5,1	6,1	8,2
	Mitte . . . 19,7	22,3	24,7
	unten . . . 22,5	22,6	24,9
3.	oben . . . 6,0	6,9	8,4
	Mitte . . . 20,6	23,2	24,3
	unten . . . 23,2	23,8	24,9
4.	oben . . . 5,8	7,2	8,0
	Mitte . . . 20,9	23,7	24,4
	unten . . . 23,1	24,1	24,8
oben = 0,15 m unter Gerstenoberfläche, bzw. 0,30 m unterhalb Wasseroberfläche, Mitte = 1,50 m unter Oberfläche, unten = 3,0 m unter Oberfläche.			

im Hektoliter Weichwasser schon 1 Stunde nach Erneuerung des Wassers vorhanden waren. Daß nach 2 Stunden der Kohlensäuregehalt auf 5 bzw. 19,7 bzw. 22,5 g stieg, und auch während der nächsten $1\frac{1}{2}$ Stunden auf dieser Höhe stehen blieb. Ähnliche Zahlen ergaben sich am 2. und auch am 3. Weichtag, nur mit dem Unterschied, daß sie etwas höher waren. Die Weichbehandlung war eine umschichtige. 4 Stunden wurde das Wasser auf der Gerste belassen, und nach 4 Stunden wieder erneuert. Am Anfang und Ende der Unterwasserweiche erfolgte je $\frac{3}{4}$ Stunden lang Lüftung und damit völlige Kohlensäureentfernung. Betrachtet man die gefundenen Kohlensäurewerte, so findet man in ihnen die Bestätigung schon alter Feststellungen, daß das Unterwasserhalten der Gerste die Atmung nicht unterdrückt. Die Zahlen bestätigen aber auch frühere Untersuchungsergebnisse insofern, als sie zeigen, daß schon kurze Zeit (nach 1 Stunde, evtl. schon früher) nach vollständiger Beseitigung der Kohlensäure wieder eine starke Ansammlung stattfindet.

Nicht minder trifft das für die Perioden zu, bei welchen das Wasser abgelassen ist. Von Schicht zu Schicht nimmt auch hier der Kohlensäuregehalt von oben nach unten unter Erreichung ansehnlicher Höhe zu.

Die vergleichsweise Betrachtung dieser Zahlen läßt interessante Einblicke in die Atmungsverhältnisse bei der umschichtigen Weiche zu. Man ersieht daraus, daß bei der Unterwasserweiche unter Umständen ebensoviel bzw. nicht mehr Kohlensäure gebildet bzw. angestaut wird, wie bei der sogen. Trockenweiche ¹⁾. Man könnte daraus folgern, daß

Weiche — trocken		I. Tag	II. Tag	III. Tag
	Die Luft im Weichstock	enthält	CO ₂ in	%
Am Beginn einer Periode	oben . . .	—	0,1	—
	Mitte . . .	0,5	0,9	0,6
Nach Stunden:	unten . . .	0,5	1,3	1,1
1.	oben . . .	1,2	0,8	1,3
	Mitte . . .	5,4	4,6	5,0
	unten . . .	6,6	7,3	7,8
2.	oben . . .	1,1	1,0	2,1
	Mitte . . .	6,9	6,2	7,3
	unten . . .	8,2	9,3	10,5
3.	oben . . .	1,4	0,9	2,6
	Mitte . . .	7,5	8,1	9,6
	unten . . .	9,1	9,6	11,3
4.	oben . . .	1,2	1,4	2,7
	Mitte . . .	7,3	8,4	9,4
	unten . . .	9,5	9,8	11,2

¹⁾ Bei der Unterwasserweiche sind im vorliegenden Falle im Durchschnitt an der tiefsten Stelle 23 g Kohlensäure je hl Weichwasser maximal

die umschichtige Luftwasserweiche, unter solchen Verhältnissen angewendet, keinen Vorteil mit sich bringt, d. h. dann, wenn man nicht mit Lüftung eingreift.

In der Praxis wird aber dennoch eine beschleunigende Wirkung auf das Ankeimen festgestellt. Es muß also die Unterbrechung der Unterwasserweiche von günstiger Wirkung sein. Einfachste Methode zugrundegelegt, dürften die Vorgänge so zu deuten sein: Das abgelaufene Weichwasser nimmt Kohlensäure mit. Luft strömt nach bis in die Tiefe, ohne daß sie aber imstande ist, alle Kohlensäure zu verdrängen. Unten bleibt mehr wie in den oberen Schichten. Die Keimlinge können überall ihr Sauerstoffbedürfnis für einige Zeit wieder befriedigen. Unten wird es aber wieder viel eher lahmgelegt, wie oben. Die Folge ist ungleichmäßige Entwicklung. Immerhin wird das Weichgut gewissermaßen mit Luft umspült, und der Keimling stärker angeregt.

Somit kann man sich erklären, daß selbst ohne Zuhilfenahme besonderer Lüftung die umschichtige Weiche das Ankeimen beschleunigt. Soll die beschleunigende Wirkung größer sein, so muß Lüftung mit angewandt werden. Ist sie nun aber nicht imstande, die untersten Schichten mit den oberen vollständig zu durchmischen, so bleiben wieder die Nachteile bestehen, daß der stärkere Luftzutritt zu den oberen auf diese wieder eine erhöhte anregende Wirkung ausübt, und damit Ungleichheiten bei der Ankeimung, und auch für den späteren Verlauf der Keimung hervorruft.

Das ist es auch, was die Praktiker vielfach davon abhält, das Trockengut zu lüften. Sind allerdings gleichzeitig Vorrichtungen zum Umlagern und Umpumpen gegeben, ist die Sachlage selbstverständlich eine andere. Anders ist es auch bei der Unterwasserlüftung. Hier werden die unteren Schichten nach oben gewirbelt, und vermischen sich. Es entsteht ein Ausgleich.

Unter solchen Umständen, bei denen die Lüftung alle Teile des Weichgutes gleichmäßig erfaßt, kann bei kräftiger Durchlüftung damit gerechnet werden, daß nach etwa 10 Minuten dem Weichgut die Kohlensäure restlos entzogen ist. Jede weitere Verlängerung der Lüftungszeit kommt dem Keimling in erhöhterem Maße zugute.

vorhanden. Unter Umrechnung des Gewichtes in Volumen ($1,9 \text{ g} = 1000 \text{ ccm}$ Kohlensäure), errechnet sich für 100 ccm Wasser ein Gehalt von 12 Vol.-% Kohlensäure $\left(\frac{23 \times 1000}{1,9} = 12\,000 \text{ im hl} \right)$. Bei der Trockenweiche waren es 10–11 Vol.-%.

In einem anderen Falle, wo die Versuche an einem kleinen Weichstock mit 20 Doppelzentner Schüttung ausgeführt worden waren, wurde an der tiefsten Stelle des konischen Weichstocks ein Gehalt von 4–5 Vol.-% Kohlensäure bei der Unterwasserweiche festgestellt, während sich bei der Trockenweiche bis zu 10 Vol.-% vorfanden.

VIII. Zusammenfassung

Die Vorgänge beim Weichen insgesamt

Das alte Weichverfahren, welches man trotz des öfteren, aber doch unmittelbar hintereinander folgenden Wasserwechsels, als ununterbrochenes Weichverfahren bezeichnen kann, ist nicht geeignet, jederzeit nachteilige Wirkung auf das Leben des Keimlings fernzuhalten. Der Verbrauch der Luft führt zur Atemnot, die starke Kohlensäureatmosphäre zur Betäubung. Der Keimling kommt in Erstickungsgefahr. Eine lange Scheintotperiode folgt, ehe das Leben wieder langsam erwacht, und das Korn zu keimen beginnt. Öftere Luftzufuhr beseitigt die Gefahr. Mit ihr beginnt auch Neubildung von Enzymen sich zu regen. Stärkere Luftzufuhr kann entweder durch reichlicheren, wiederholteren Wasserwechsel, oder durch umschichtige Behandlung, in der Unterwasserweiche mit Trockenstehenlassen wechselt, oder durch Auflüften des Weichgutes geschehen.

Gute Erfolge können schon erreicht werden, wenn 2 bis 3 Trockenperioden am Tage mit entsprechender Unterwasserweiche wechseln, für die Nacht aber nur Unterwasserweiche gegeben wird.

Beim Übergang von der Periode des Trockenstehenlassens zur Unterwasserweiche kann man auch in der Weise verfahren, daß nicht nur der Weichstock wieder bis zur angemessenen Höhe mit frischem Wasser gefüllt, sondern das Wasser im Überlaufverfahren 15—20 Minuten durch das Weichgut hindurchgeleitet wird. Einesteils um die Kohlensäure aus dem Weichgut völlig auszutreiben, andererseits um noch einige Zeit ein Mehr an Sauerstoff zuzuführen.

Lüftung (20—30 Minuten) ist jedesmal am Anfang und am Schluß der Unterwasserweichperiode anzuraten.

Trocken lüften führt leicht zu Ungleichheiten im Ankeimen; es sei denn, daß Vorrichtungen zum gründlichen Umlagern bestehen, wie z. B. beim Doornkaat-System, das aber verschiedener Nachteile wegen in der Praxis keinen rechten Anklang findet. Ein geeignetes Mittel zum Umlagern ist dagegen u. a. das vielgebräuchliche Umpumpen, von Weichstock zu Weichstock.

Allgemein gebräuchlich ist es, kalt, bei 9—12° C zu weichen. Von gutem Erfolg ist aber eine kurze, 2—4 Stunden dauernde Warmwäsche (20—25° C), welche zweckmäßigerweise gleich am Anfang anzuwenden ist. Notwendig dabei ist energische, mit ausgiebiger Umlagerung verbundene Lüftung. Bei schwer weichenden und harten Gersten erweist sich eine Wiederholung am 2. Tag, evtl. auch am 3. Tag als sehr günstig.

Praktische Anwendung findet auch die Heißweiche (40° C), bei der es indes ganz besonderer Sorgfalt in der methodischen Behandlung bedarf, um Schäden zu verhüten.

Die Verwendung von Kalk bzw. Lauge für den ständigen Gebrauch ist anzuraten, weil diese nicht nur mechanisch reinigende, sondern auch desinfizierende Wirkung besitzen, Säuerungen des Weichguts und Schimmelpilzbildung des Keimguts verhindern, zugleich auch ruhiges, nicht hitziges Wachstum sicherstellen.

Die Weiche soll der Gerste Quellreife geben, was in einem angemessenen Weichgrad zum Ausdruck kommt. Die Höhe des Weichgrades, bzw. die auf die Rohgerste berechnete prozentuale Wasseraufnahme soll zwischen 42 und 55 liegen. Maßgebend ist neben dem physikalischen Zustand der Gerste die Art des herzustellenden Malzes.

Die Weichzeiten bewegen sich, übliche Kaltweiche vorausgesetzt, zwischen 60 und 110 Stunden. Sie sind bei lockeren, milderer Gersten kürzer, bei eiweißreichen, speckigen, schweren, aber auch bei harten unreifen Gersten länger.

Durch die Weiche, für welche man einschließlich Reinigung je nach Verfahren, etwa 0,8—1,8 cbm Wasser je Doppelzentner Gerste gebraucht, werden geringe Bestandteile, wie Kohlehydrate, Stickstoffkörper, Bitter- und Gerbstoffe, anorganische Salze entzogen. Technisch und wirtschaftlich von Bedeutung kann dabei stärkere Entziehung von Gerb-, namentlich aber von Bitterstoffen sein, besonders bei Anwendung höherer Weichtemperaturen und bei Anwendung von Kalk oder mehr noch von Lauge.

Weizen kann derselben Behandlung unterzogen werden, nur mit dem Unterschied, daß die Quellreife viel früher entsteht, und ausreichender Weichgrad bei Weizen normaler Beschaffenheit oft schon nach 48 bis 55 Stunden eintritt.



Abb. 27. Neuzzeitliche Mälzereianlage

Kapitel III

Das Mälzen

I. Bildung, Art und Arbeit der Enzyme

A. Die Bildung der Enzyme

Die beim Weichen eingeleiteten Entwicklungsvorgänge setzen sich fort. Durch das Einweichen sind die Wege geebnet, auf welchen die Enzyme wandern können. Die Form der Frucht (Gerste) ist nun aber sehr ungleich. Selbst unter der Voraussetzung, daß die das Korn umschließende Frucht- und Samenhaut eine gleichmäßige Durchlässigkeit für Wasser besitzt, was aber jedenfalls nicht zutreffen dürfte, würde sich eine ungleiche Durchfeuchtung des Innern ergeben müssen, zumal auch deshalb, weil das Endosperm selbst ungleiche Struktur aufweist. Nun kommt aber hauptsächlich als Eintrittsstelle für das Weichwasser die Basis des Kornes in Betracht, bei welcher die dort mündenden Gefäßstränge als Einsaugekanäle dienen. Das Korn durchweicht somit an der Basis am ehesten. Leicht aber auch an der Spitze, an welcher ebenfalls Öffnungen dem Wasser Zutritt gewähren. Am spätesten durchweicht der in den sogen. Backen liegende Mittelkern.

In dem quellreif gewordenen Korn setzt eine lebhafte Atmung ein. Der Zucker wird zuerst anoxybiontisch abgebaut, alsdann setzt sich die Spaltung oxybiontisch fort, sobald gewisse Abbaustufen erreicht sind. Die Oxydation wird durch die im Korn vorhandenen oxydatischen Enzyme (Oxydase, Peroxydase)¹⁾, und durch schwefelhaltige Systeme²⁾, wie bestimmte Eiweißabbauprodukte (Zystein-Thiomilchsäure) kräftig gefördert.

Beim Abbau des Zuckers entstehen vorübergehend Säuren (Milchsäure, Bernsteinsäure u. a.)³⁾. Vorhanden sind auch schon Aminosäuren⁴⁾, die kleinsten Bausteine vom Eiweiß, die bei der Reife des Kornes noch nicht zum Aufbau gekommen sind. Sie alle sowohl wie die entsprechenden sauren Salze sind es nun, welche die Bedingungen für die Arbeit bzw. die Aktivierung der Enzyme schaffen. Vor allem treten die proteolytischen Enzyme in Aktion. Aus der Eiweißverkuellung

¹⁾ Siehe „Brauerei und Mälzerei“, I. Band, S. 463 u. f.

²⁾ Ebenda, S. 468.

³⁾ Ebenda, S. 428—430.

⁴⁾ Ebenda, S. 232—234.

machen sie die Diastase frei ¹⁾, und bauen selbst Eiweiß ab ²⁾, dadurch wieder mehr Aminosäuren bildend, die wiederum verstärkend auf die Aktivierung wirken. Auch für die Spaltungen der organischen Phosphorsäurekupplungen ³⁾ durch Phosphatase und des Fettes durch Lipase ⁴⁾ werden die Wege geebnet.

So können die Enzyme, welche alle im Korn schon vorgebildet, und in einer an einen Kolloidkörper gebundenen Form vorhanden sind, nach der Aufnahme ausreichender Wassermengen, und nach begonnener Keimung, aus den Vorstufen, unter der Wirkung von Säuren bzw. sauren Salzen und Sauerstoff, frei und wirksam gemacht werden.

Unterstützend treten besonders die aus den organischen Phosphorsäureverbindungen freigemachten Phosphorsäuren bzw. deren saure Bindungen, und jedenfalls auch aus dem Eiweißschwefel durch Oxydation hervorgegangenen Sulfate hinzu, indem sie durch Säureerhöhung weiter anregend auf die Enzymtätigkeit wirken.

Für die Freimachung der Enzyme muß aber vor allem eine Kardinalforderung erfüllt sein. An das Leben des Kornes gebunden, wachsen sie auch nur mit der Betätigung desselben. Nur das wachsende Korn ist imstande, die Enzyme zu bilden, sie aus ihrem gebundenen Zustand zu befreien. Wachstum ohne Sauerstoff ist aber unmöglich; vor allem erfordert kräftiges Wachstum reichliche Sauerstoffzuführung. Kräftiges Wachstum ist nun aber wieder Voraussetzung für kräftige Enzymbildung. Ohne reichlichen Zutritt von Sauerstoff ist somit die Bildung des für den Abbau der Grundsubstanzen erforderlichen Vorrats an Enzymen nicht zu erreichen. Das keimende Korn ist gegen die Luft nicht abzusperren, sondern in reichlichstem Maße dem Luftzutritt auszusetzen.

Das ist Zweck und Ziel des Mälzens. Das harte Korn soll dabei in ein mürbes umgewandelt werden.

Ist das Ziel erreicht, muß das Mälzen abgebrochen werden.

B. Art und Arbeit der Enzyme

1. Abbau von Eiweiß (proteolytische Enzyme) ⁵⁾

Welche Arten von proteolytischen Enzymen in der Gerste vorhanden sind, bzw. beim Mälzen entstehen, ist nicht völlig geklärt. Ungewiß ist, ob eine Pepsinase vorkommt, welcher eine stärkere Wirkung auf Eiweiß zugeschrieben wird, als der ebenfalls zu der Gruppe der Proteasen gehörenden Tryptase, deren Optimalwirkung zwischen ph 8 und 10 liegt. Das Vorkommen einer anderen Tryptase, und zwar einer

¹⁾ Siehe „Brauerei und Mälzerei“, I. Band, S. 287 u. f.

²⁾ Ebenda, S. 234 u. f.

³⁾ Ebenda, S. 331 u. f.

⁴⁾ Ebenda, S. 322—328.

⁵⁾ Ebenda, S. 221 u. f.

solchen, deren Optimalwirkung im Bereich von pH 5—6 liegt, ist dagegen sicher bewiesen. Nicht minder das der Peptase bzw. Peptidase bzw. Ereptase.

Die Peptidasen (Peptasen) sind bekanntlich nur imstande, die letzten Stufen der Eiweißabbauprodukte, die Polypeptide abzubauen, und zu Aminosäuren aufzuspalten, während die Tryptase, aktiviert durch ein Koferment, die Kinase, die Fähigkeit besitzt, die ursprünglichen Proteine anzugreifen, aber nicht weiter als bis zu den Polypeptiden abzubauen. Die Tryptase in der Gerste ist indes nicht die gleiche wie die tierische, deren Maximalwirkung nicht im sauren, sondern im alkalischen Bereich liegt.

Die proteolytischen Enzyme benötigen zu ausreichender Entfaltung ihrer abbauenden Kräfte des Zutritts von Sauerstoff, was ganz besonders für die erste Hälfte des Wachstums gilt. In ihren Wirkungen laufen sie gewöhnlich nicht parallel. Voran ist im allgemeinen der Angriff der Tryptase. Die peptische Wirkung, der Angriff auf die Polypeptide und Abbau derselben zu Aminosäuren bleibt besonders bei schwacher Weiche zurück. Bei normaler Weiche gleichen sich die Wirkungen der beiden Enzyme mehr und mehr an.

Gezügeltes Wachstum bei kalter Haufenführung mit mäßig langem Blattkeim hält infolge schwächerer Aktivierung der proteolytischen Enzyme den Abbau zurück, und läßt relativ mehr hochmolekulare Abbaustufen als Aminosäuren entstehen. Man stellt deshalb verschiedentlich das Mälzungsverfahren derart ein, wenn man ganz besonders schaumkräftige und -haltige helle Biere (namentlich nach Pilsener Art) herstellen will.

Forciertes Wachstum führt unter verminderter Bildung höherer Abbaustufen zu stärkerer Bildung von niedrig molekularen Produkten; von dauernd löslichen, namentlich von Amid- und Aminosäuren. Andererseits läßt bei der Entwicklung überlanger Keime die Wirkung der Peptase nach, und die Bildung letzter Abbaustufen kommt zum Stillstand. Der tryptische Abbau mit der Bildung hochmolekularer Produkte bis zu den Polypeptiden wird dadurch indes nicht beeinflußt. Er nimmt seinen normalen Verlauf.

Auf Grund dieser Zusammenhänge könnte angenommen werden, daß die Verarbeitung von übermäßig lang gewachsenem Malz besonders schaumkräftige Biere geben müßte, während auf Grund praktischer Erfahrungen das Gegenteil der Fall ist. Eine Erklärung dürfte aber darin zu suchen sein, daß bei dem reichlichen Lösen von Ursprungseiweiß bei übermäßig langem Gewächs die großen Mengen gelöster, aber nur mäßig weit abgebauter Abbaustoffe im Sudhaus durch die in großen Mengen bei dieser Art Mälzung erzeugten proteolytischen Enzyme dem weiteren Abbau in die kleineren Abbaustufen leicht unterworfen werden; die

schaumhaltenden verschwinden, die nicht schaumhaltenden in großen Mengen entstehen.

Von den in der Gerste vorhandenen verschiedenen Proteinkörpern werden beim Mälzen namentlich das Edestin und Hordein, welche annähernd 50% der Eiweißkörper ausmachen, abgebaut; aber auch die in der Gerste schon vorgebildeten hochmolekularen löslichen Eiweißkörper weiter aufgespalten.

Der Abbau verläuft von den Proteinen abwärts über koagulierbares Eiweiß, Albumin (I und II), Denuklein (Hemialbumosen), Proteosen (Albumosen, Propeptone), Peptone, bis zu den Aminosäuren. Es sind das dieselben Abbauprodukte, welche mit Ausnahme von Albumosen, schon in der Gerste vorhanden sind. Nur sind sie mengenmäßig größer. In gewissen Fällen, namentlich unter der Einwirkung von Beregnung, können allerdings Albumosen auch schon in der Gerste vorkommen.

Auf die Art der Haufenführung in bezug auf Temperatur, Anzahl und Art der Widerung, die Wachstumsdauer, und schließlich den Entwicklungsgrad der Keime, vor allem des Blattkeims, kommt es an, in welchem Umfange mengenmäßig sowohl wie stufenmäßig der Abbau erfolgt.

Von ausschlaggebender Bedeutung ist zudem das Verhältnis der einzelnen Eiweißstoffe zueinander, der Gehalt an schon vorgebildetem löslichen Stickstoff und die Zustandsbeschaffenheit der Körner bezüglich der Art der Eiweißeinbettungsmassen und ihrer Angreifbarkeit durch die proteolytischen Enzyme. Leicht durchdringliche Einbettungsmasse erleichtert, harte und zähe erschwert Angriff und Abbau. Mildes Korn fördert, speckiges hemmt. Da Speckigkeit, sofern sie eine Echthglasigkeit ist, und hoher Eiweißgehalt gewöhnlich Hand in Hand gehen, so kommt auch dem Eiweißgehalt an sich unter solchen Bedingungen ein großer Einfluß zu.

Eiweißreichtum bedingt aber zugleich auch einen hohen Gehalt an dem Bestandteil des Gesamteiweiß, welcher in allen Lösungsmitteln unlöslich ist und nicht nur von allen Eiweißkörpern der Gerste den größten, sondern auch meist den größten Anteil am Gesamteiweiß überhaupt darstellt, sich aber beim Mälzen nicht abbauen läßt. Es ist deshalb naheliegend, daß sich solche Gerste leichter zur Lösung bringen läßt, bei welcher der Anteil an überhaupt unlöslichem Eiweiß nicht zu hoch ist, da es gerade der übrige Anteil ist, welcher nur allein zum Abbau gebracht werden kann¹⁾.

Dem Abbau unterliegen durch den Mälzungs Vorgang bis zu 35% des Gesamteiweiß. Davon wandern in Form der Abbaustufen etwa 20 bis 30% in die Keime, sowohl Wurzel- wie Blattkeime, in welchen sie wieder bis zum Ursprungseiweiß herauf aufgebaut werden. Während im Gersten-

¹⁾ Untersuchungen von Szilvinyi kommen zu den gleichen Feststellungen. (Wochenschrift f. Brauerei 1930, Nr. 1.)

korn insgesamt nur 8—13% Eiweiß einschließlich der Abbaukörper vorhanden sind, sammelt sich in den Keimen ein Gehalt bis zu 30% an.

Trotz der starken Abwanderung in die Wurzelkeime, nimmt der Gehalt an löslichen Stickstoffkörpern im Korn nicht ab, sondern zu. Einschließlich der im Blattkeim vorhandenen beträgt er 24—33%, und stellt sich damit wesentlich höher, als der zwischen 10 und 26% sich bewegende Gehalt an löslichen Stickstoffkörpern in der Gerste, immer bezogen auf 100 Teile Gesamteiweiß.

Aus den in der Literatur zerstreuten Zahlen, die namentlich aus Untersuchungen der letzten Zeit stammen, sowie aus eigenen Untersuchungen, kann man zu folgender Gegenüberstellung zwischen gesamt-löslichem, koagulierbarem und Formolstickstoff kommen:

	Gerste	Malz
Gesamtlöslicher Stickstoff	10—26%	26—33%
Koagulierbarer Stickstoff	3—12%	7—10%
Formolstickstoff	4—10%	8—12%

2. Abbau von Stärke und Hemizellulose (Diastase¹⁾, Zytase²⁾)

a) Diastasebildung

Regsam wird vor allem das stärkeangreifende Enzym, die Diastase (Amylase).

Die Anlage für die Bildung von Diastase ist an zwei voneinander getrennten Stellen des Kornes vorhanden³⁾. Die eine ist der Embryo, die andere die Aleuronschicht. Erstere ist die in jeder Hinsicht ausschlaggebendere, letztere von nebensächlicherer Bedeutung.

Die Aleurondiastase, zuerst von Haberlandt nachgewiesen, und später von Größ, welcher die Existenz zuerst verneinte, bestätigt, ist nur imstande, die der Aleuronschicht benachbarten Stärkekörner anzugreifen, ohne weit in die Endospermschicht vorzudringen. Im Mälzungsprozeß erfährt sie nur geringe Entwicklung.

Die Keimlingsdiastase zu entwickeln, ist indes das Hauptziel der Mälzung. Sie entsteht in der Epithelschicht des Schildchens und pflanzt sich von hier aus zuerst auf die anliegenden Zellen des Endosperms, von da auf die nahe der Bauchfurche liegenden Schichten, sowie unterhalb der Aleuronschicht fort, um dann erst auf die inneren Endospermteile überzugreifen.

¹⁾ Siehe „Brauerei und Mälzerei“, I. Band, S. 280 u. f.

²⁾ Ebenda, S. 314.

³⁾ Nach Horning und Petrie soll auch im Endosperm in geringem Umfange Anlage zur Diastasebildung vorhanden sein, die aber gemessen an der im Keimling vorhandenen völlig bedeutungslos ist.

Die Entstehung und Wanderung der Diastase wird in neuerer Zeit mit Gebilden bestimmter Struktur und physiologischer Bedeutung in Verbindung gebracht. Als solche hat man die *Mitochondrien*¹⁾ festgestellt, mikroskopisch kleinste Tröpfchen, die zum weitaus größten Teil aus Phosphatiden (Lipoiden) bestehen, außerdem noch geringe Mengen von Protein enthalten. Sie bilden sich in der Epithelschicht des Schildchens bei der Keimung, und stellen die Träger der Diastase dar. Wandlungsfähig wie sie sind, strömen sie dem Endosperm zu, dabei die Diastase, mag sie nun an der Oberfläche der kleinsten Tröpfchen angehäuft, oder in deren Innerem eingeschlossen sein, mit sich führend. An den einzelnen Stärkekörnern setzen sie sich dann fest, und geben unter der Wirkung der, an den Grenzphasen zwischen ihrer Oberfläche und der der Stärkekörner sich vollziehenden Reaktionen, die Diastase frei, die nun die Stärkekörner angreifen kann. Die Träger derselben, die Mitochondrien, lösen sich dann mit fortschreitender Korrosion der Stärkekörner auf und vergehen.

Für die Bildung der Diastase muß ein Anreiz gegeben sein. Zu suchen ist er in dem Bedürfnis des Embryo nach Nahrung, zu deren Aufschließung die Diastase befähigt ist. Eine Erzeugung würde ausbleiben, wenn eine Notwendigkeit für die Erschließung nicht bestände, und dem Keimling ausreichende Mengen aufgeschlossener Nährstoffe, z. B. in Form von Zucker, zur Verfügung ständen. Gewissermaßen um dem Hunger zu entgehen, erzeugt der Keimling das Mittel zur Aufschließung der Stärke, die Diastase.

Die in der Epithelschicht des Schildchens erzeugte Diastasemenge muß nun aber doch wieder abgestoßen werden, weil sonst mit zunehmender Häufung eine Erstickung eintritt, und eine weitere Neubildung verhindert wird.

Die *m e n g e n m ä ß i g e B i l d u n g* ist von einer Reihe von verschiedenen Umständen abhängig.

Zwar ist die ursprüngliche Anlage in größeren Körnern größer, so erzeugen doch die kleineren mehr. Auch das breite Korn entwickelt infolge seines breiten Schildchens, welches eine viel weitere Berührungsfläche mit dem anliegenden Endosperm besitzt, mehr Diastase als das lange und spitze Korn. Nicht minder ist das stickstoffreichere Korn in höherem Maße befähigt, Diastase zu bilden als das stickstoffärmere. Bei ihm ist das relative Verhältnis zwischen Keimling und der Masse des stärkeführenden Endosperms ein wesentlich günstigeres für den ersteren als bei dem stickstoffarmen, aber stärkereichen Korn.

Vor allem ist aber für die Diastaseanlage der *R e i f e g r a d* des Kornes von grundlegender Bedeutung. Mit zunehmender Reife nimmt auch die Diastaseanlage zu. Das unreife, das notreif gewordene

¹⁾ *Horning und Petrie*, *Proceed. of the Royal Societ.* 1927, 102, 188 aus *Wochenschrift f. Brauerei* 1928, S. 265 ff.

Korn, enthält weniger als das vollreife bzw. totreife. Höchster Diastasegehalt wird immer nur erst mit dem Vollreifezustand erzeugt. Da auch nach der Ernte die Aufbauvorgänge, wenn auch in geringerem Ausmaße, sich noch fortsetzen, und in dem „Schwitzen“ noch ein mit starker Atmung verbundener Nachreifungsvorgang deutlich sichtbaren Ausdrück findet, so erklärt sich auch damit die den Praktikern längst bekannte Tatsache, daß reife, und gut ausgeschwitzte Gerste besseres Malz, d. h. leichter sich lösendes Malz, liefert.

Im ungekeimten Korn ist die Diastase schon in ihrer Gesamtmenge vorgebildet, ohne aber schon wirksam zu sein; wirksam in dem Sinne, daß sie Stärke löst. Wohl enthält die Gerste schon Diastase, aber nur, bzw. fast ausschließlich nur solche, welche lösliche Stärke verzuckert, nicht aber auch Stärkekörner angreift und verzuckert. Die Bildung der letzteren setzt Wachstum voraus, und dieses wieder ausgiebigen Luftzutritt. Sollen ausreichende Mengen Diastase erzeugt werden, so kann das nur geschehen, wenn das Korn unter Zutritt reichlichen Sauerstoffs wächst.

Von Bedeutung ist dabei auch die Temperatur und die Entwicklung des Gewächses. Niedrige Temperatur läßt mehr Diastase entstehen als hohe; besonders weil sie die Bildung eines kräftigeren, inhaltreicheren Gewächses, vor allem des Blattkeimgewächses, ermöglicht, und diese wieder erhöhte Diastaseerzeugung zur Folge hat. So geht parallel mit der fortschreitenden Blattkeimentwicklung eine erhöhte Erzeugung von Diastase Hand in Hand.

Bei der Herstellung von Braumalz ist es aber nicht Ziel, höchste Diastasemengen zu erzeugen; Ziel viel mehr, sie auf bestimmte, angemessene, mit Rücksicht auf die Eigenart des Bieres, gegebene Höhe zu bringen. Für helles Malz steckt man ein engeres Ziel als für Münchener Malz. Für ersteres erstrebt man keine so weitgehende Lösung als für letzteres. Ersteres soll auch weniger zuckerreich sein wie letzteres, was auch wieder nur bei stärkerer Zügelung der Diastaseentwicklung gegenüber der des Münchener Malzes zu erreichen ist.

Die Untersuchungen von Syniewski führen nun zu der Auslegung, daß die Bildung der Diastase beim Keimen keine wirkliche Neuerzeugung, sondern nur eine Entwicklung aus einer Vorstufe darstellt. Die Vorstufe ist die im ungemälzten Korn vorhandene Anlage. Sie umfaßt schon den ganzen Rahmen, innerhalb dessen eine Umbildung erfolgen kann. Die Vorstufe stellt einen Stoff dar, welcher im Wasser noch nicht löslich und als eine Protein-Diastaseverbindung anzusehen ist. Den Angriff auf diese Komplexverbindung leiten die proteolytischen Enzyme ein. Sie lösen die Diastase aus ihrer Verkettung. Hinzu tritt die Wirkung der Säuren, die nun die freigemachte Diastase aus dem ungelösten Zustand in den löslichen überführen, und damit Diastase „erzeugen“.

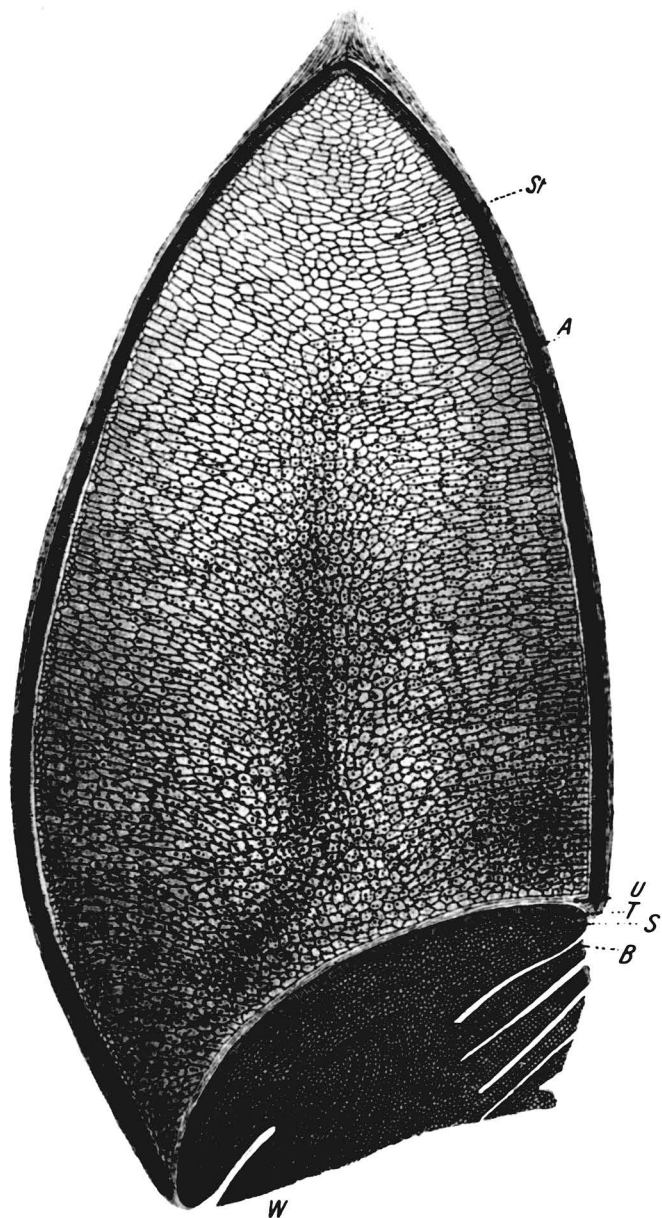


Abb. 28. Längsschnitt durch ein Gerstenkorn nach 3tägiger Keimung
St Stärkeführende Endospermzellen, *A* Aleuronzellen, *S* Schildchen, *B* Blatt, *W* Wurzel, *T* Epithelschicht, *U* entleerte Zellen

Im Malz soll nun einesteils nach Syniewski¹⁾ eine α -Diastase, die aus der Vorstufe löslich gemachte, und eine β -Diastase, die aus der löslich gemachten α -Diastase durch Oxydation hervorgegangene Art, vorhanden sein. Beide sollen sich durch verschiedenes Verhalten gegenüber Jodlösung unterscheiden. Während letztere imstande ist, alle Zwischenstufen beim Stärkeabbau zu spalten, kommt ersterer diese Fähigkeit nicht zu.

Der dem Keimling als erste Nahrung zur Verfügung stehende Stoff ist der im Korn vorhandene Rohrzucker, der aber auch insofern mit der Entwicklung des Keimlings in Beziehung steht, als reichlicheres Vorkommen die Keimenergie fördert. Den weiteren Bedarf an Zucker sucht sich der wachsende Keimling durch Vermittlung der Diastase aus der Stärke des Endosperms heranzuziehen (Abb. 28, 29). Dabei leistet die Zytase, in der Enzym-

¹⁾ Diese Ergebnisse Syniewskis werden in allerletzter Zeit von Sabalitschka und Weidlich bestritten (Biochem. Zeitschrift 1929, 215, 267).

theorie auch *Lichenase* genannt — ein Enzymgemisch von drei Enzymen — erst die erforderliche Vorarbeit, um der Diastase den Zugang zu den, in Säcke eingeschlossenen Stärkekörnern zu ermöglichen. Ihr ist die Eigenschaft gegeben, die Wände der Zellsäcke, welche hauptsächlich aus *Hemizellulosen* bestehen, zu lösen, indem die Zellwände durchlöchert und unter Abbau nach und nach in eine diffusible Masse umgewandelt werden. Die Hemizellulosen, zu denen sowohl *Hexosane* wie *Pentosane* gehören, werden dabei teilweise bis zu Hexosen und Pentosen aufgespalten.

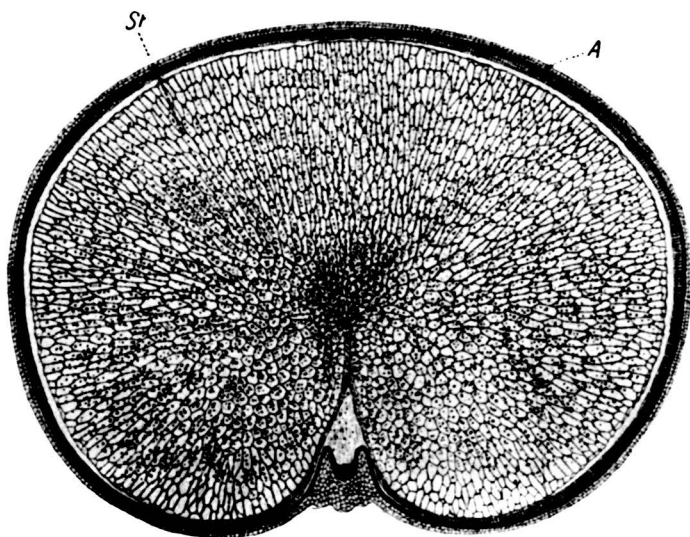


Abb. 29. Querschnitt durch ein Gerstenkorn nach 3tägiger Keimung
(Beide Zeichnungen von J. Grüb, Wochenschrift f. Br. 1898, Nr. 7)

Vielleicht spielt auch das *Pektin*, welches als Inkrustationssubstanz neben Hemizellulose in den Zellwänden vorkommt, eine Rolle dabei. Denn es würde auch dem Eindringen der Diastase Widerstand leisten, solange es in der unlöslichen Ursprungsform vorhanden ist. Durch ein besonderes Enzym (*Propektinase*), das in der Diastase jedenfalls angenommen werden kann, ist es indes abbaufähig und löslich zu machen (*Ehrlich*), wodurch dann wieder der Zugang der Diastase zu den Stärkekörnern erleichtert wird.

b) Zuckerbildung

Die Hexosen kondensieren sich nun wieder teilweise zu Rohrzucker, aus dem unter der Wirkung von *Invertase*, welche sich ebenfalls beim Keimen bildet, Teile wieder in Invertzucker umgewandelt werden. Den neugebildeten Zucker saugt nun der Keimling an, der sie zur Atmung und zum Wachstum benötigt. Da die Zuwanderung aber stärker ist,

als der Verbrauch, staut sich Zucker im Keimling an. Beim Übertritt, aus der Endospermzone in das Keimlingsgebiet, vollziehen sich Umwandlungen, die letzten Endes so auslaufen, daß der Keimling fast nur allein Rohrzucker enthält, da sich auch der Invertzucker nach der Einwanderung dazu kondensiert. Teile des Zuckers werden allerdings noch weiter kondensiert zu Hemizellulosen, und bis zur Stärke aufgebaut.

Mit zunehmender Entwicklung von Wurzeln, namentlich aber vom Blattkeim, verschiebt sich mehr und mehr das Verhältnis zwischen Zuckerbildung und -verbrauch zugunsten der Zuckerbildung. So wird im kurzgewachsenen Malz nur ein geringer, im langgewachsenen aber ein hoher Gehalt an Zucker vorhanden sein müssen. Da namentlich reichliche Weiche die Blattkeimentwicklung fördert, kurze Weiche sie zurückhält, so führt erstere zu zuckerreicherem, letztere zu zuckerärmerem Malz. Zur Herstellung von dunklem Malz, welches zuckerreich sein soll, muß deshalb auf langes Gewächs, umgekehrt für die Herstellung von hellem Malz auf weniger langes Gewächs hingearbeitet werden. Zuckerreich muß es sein, weil der Zucker in Verbindung mit bestimmten Eiweißabbaustoffen die Grundlage für die Entstehung der für das dunkle Malz charakteristischen, gefärbten, röstaromatischen Körper bildet. Auch wärmere Haufenführung ist für dunkles Malz geeigneter, weil sie, im Unterschied zur kalten Haufenführung, in viel höherem Maße Zuckerbildung fördert, als der Veratmung und dem Aufbau unterliegen.

Noch stärker wird die Zuckerbildung gefördert, und der Zuckergehalt im Grünmalz erhöht, wenn zu der warmen Haufenführung noch Einschränkung der Widerung hinzukommt, da dann die Neubildung gegenüber dem Zuckerverbrauch noch mehr überwiegt. Andererseits wird die Ansammlung von Zucker eingeschränkt, wenn nicht nur kalte Haufenführung angewendet, sondern auch viel und sehr luftig gewidert wird. Einesteils bildet sich weniger, andererseits wird mehr veratmet.

Der Gesamtzuckergehalt im Grünmalz bewegt sich, normale Verhältnisse zugrunde gelegt, zwischen 7,5 und 10,5% auf Malztrockensubstanz bezogen. Am zuckerreichsten ist der Keimling (Blattkeim). Von den beiden Zuckerarten überwiegt stets der Rohrzucker. Er stellt sich auf das Doppelte bis Dreifache vom Invertzucker.

Diesen unterschiedlichen Verhältnissen in der Stärke der Wurzelbildung und in der Höhe der Zuckerbildung, sowie in der Stärke der Atmungsvorgänge entsprechend ist denn auch der Stärkeabbau sowohl mengen- wie artmäßig verschieden. Im großen und ganzen unterliegen vom Stärkegehalt des Kornes dem Abbau beim Mälzen 20—26%. Davon entfallen auf die Veratmung 9—11%, entsprechend $5\frac{1}{2}$ —7% der Gerstentrockensubstanz ¹⁾, von dem Rest (11—16%) dient der kleinere Teil zum Aufbau des Wurzel- und Blattkeimgewächses, der größere verbleibt in Form von Zucker in den Keimen und im Endosperm.

¹⁾ Siehe „Brauerei und Mälzerei“, I. Band, S. 300.

3. Abbau von Phosphor (Phosphatasen)¹⁾.

Die verschiedenen phosphorhaltigen organischen Stoffe, welche überhaupt den größten Teil (50—90%) der gesamten phosphor- bzw. phosphorsäurehaltigen Stoffe bilden, werden ebenfalls enzymatisch abgebaut. Je nach der Art derselben, sind es auch wieder entsprechende Schlüsselenzyme, welche die Aufspaltung durchführen.

In erster Linie kommt die Protein-Phosphatase in Betracht, welche die Phosphorproteine und Nukleoproteide aufspaltet, und die organisch gebundene Phosphorsäure freimacht, worauf diese sofort wieder anorganisch gebunden wird.

Neben den in der Gerste schon in nicht unbeachtlichen Mengen vorhandenen Alkaliphosphaten tritt nunmehr auch eine nicht unbeträchtliche Neubildung von Erdalkaliphosphaten ein, die in der Gerste nur erst in geringen Mengen vorhanden sind.

Die in der Literatur vorhandenen Zahlen über die durch den Abbau hervorgerufenen Veränderungen geben kein getreues Bild von den wirklichen Vorgängen, da die Ergebnisse sehr widerspruchsvoll sind, was in erster Linie auf die Verschiedenheit der angewandten analytischen Methoden zurückzuführen ist, die, wie neuere Feststellungen ergeben haben, allermeist anfechtbar sind. Im allgemeinen ist aber damit zu rechnen, daß der Gehalt an löslicher Phosphorsäure, welcher in der Gerste mit 20—60%, bezogen auf Gesamtphosphorsäure, anzunehmen ist, beim Mälzen bis auf 80%²⁾, und der Gehalt an löslicher organischer Phosphorsäure bis zu $\frac{1}{4}$, der Gehalt an anorganisch gebundener Phosphorsäure bis zur Hälfte des gesamten Phosphorsäuregehaltes ansteigen kann. Es wird also ein erheblicher Teil des Phosphors in Form der Phosphorsäure bzw. ihrer Verbindungen mobilisiert. Unter Berücksichtigung der in die Keime eingewanderten Mengen — die Wurzelkeime enthalten etwa 1,7—1,9% — dürften es 15—30% der Gesamtphosphorsäure sein.

Mit zunehmender Entwicklung der Keime namentlich bei kalter Haufenführung³⁾ steigert sich der Phosphatabbau. Ein immer größerer Teil von den organischen Phosphaten geht in Lösung, und wird in immer steigenderem Umfange in anorganische Phosphate, und zwar in die primären, übergeführt. Vor allem wächst der Gehalt an erdalkaligebundener Phosphorsäure.

Die verschiedene Wirkung der Lösung der Phosphorsäure aus den unlöslichen organischen Phosphaten, und der Überführung der in Lösung gebrachten Phosphorsäure in anorganische Phosphate soll nach Adler nicht einer, sondern zwei verschiedenen Phosphatasen zuzuschreiben sein.

¹⁾ „Brauerei und Mälzerei“, I. Band, S. 331 ff.

²⁾ Journ. of the Fed. Inst. of Brewing, Bd. II, 1896, S. 128 nach Wochenschr. f. Br. 1896, S. 426. Fernbach stellte sogar eine Löslichkeit bis zu 98% fest.

³⁾ G. Krauß, Wochenschrift f. Brauerei 1929, S. 155.

Neben diesen als Protein-Phosphatasen bezeichneten Enzymen entwickeln sich bei der Keimung noch verschiedene andere Phosphatasen¹⁾, so die Amylo-Phosphatase, welche den Phosphorsäureester des Amylopektins, die Glyzero-Phosphatase, welche den Ester der Glycerin-Phosphorsäure, die Saccharo-Phosphatase, welche den Ester der Saccharose-Phosphorsäure, die Phytase, welche das Phytin, den Ester der Kalzium-Magnesium-Inosit-Phosphorsäure, die Nukleotidase, welche die Nukleotide in Phosphorsäure, Kohlehydrat und Purin- bzw. Pyridinbasen spaltet.

Der Amylo-Phosphatase kommt die wichtige Aufgabe zu, die Stärkekörner anzugreifen, und das Amylopektin, den einen der beiden das Stärkekorn bildenden Komponenten, aufzuspalten, indem sie die Phosphorsäure daraus freimacht, so daß die Stärke in Lösung geht, auf welche nunmehr erst die Diastase in dem sogen. Verzuckerungsvorgang einwirken kann. Ihre Wirksamkeit ist bei der Keimung eine erhebliche, am stärksten aber erst beim Maischen.

Die Glyzero- und Saccharo-Phosphatase haben weder in bezug auf mengenmäßige Entstehung noch in bezug auf Betätigung in ihrer Spaltkraft beim Mälzen Bedeutung.

Über die Phytase, welche in größeren Mengen vorkommt, und über die Wandlung des Phytins, dessen Sitz, wie Adler eingehend an Gerste sowohl wie an Malz nachweist, nur die Spelze sein soll, besteht keine einheitliche Auffassung. Adler verneint den Abbau beim Mälzen. Windisch und Dietrich bejahen ihn, was nur damit erklärt werden kann, daß auch Phytin im Korn selbst enthalten sein muß²⁾.

4. Abbau von Schwefel

Aus dem Schwefel des Eiweißmoleküls entstehen schwefelhaltige Abbauprodukte wie Thiomilchsäure, aber auch auf oxydatischem Wege Schwefelsäure. Während erstere nun wieder ein Förderungsmittel für die Atmung, und damit für die weitere Enzyymbildung und -wirkung darstellt, setzt die Schwefelsäure sich mit anorganischen Salzen unter Bildung von primärem Phosphat um, und hilft damit die Azidität erhöhen.

Die löslichen schwefelhaltigen Eiweißabbaustoffe, wie auch die schwefelsauren Salze, wandern wie die anderen, durch die Enzyme in

¹⁾ U. a. Samec; sowie Lüers und Malsch, Wochenschrift f. Brauerei 1929, S. 143.

²⁾ Daß die Widersprüche diesbezüglich auch anderweitig bestehen, geht z. B. auch aus Untersuchungen von Weizenkleie hervor. Anderson (Inst. of Biol. Chem. 1912, 12, 447 aus Wochenschrift f. Brauerei 1913, S. 112) kommt zu einem negativen Ergebnis, andere wieder, z. B. Posternack, Lüers und Silbereisen (Wochenschrift f. Brauerei 1927, S. 263) zu einem positiven Ergebnis. Daß letzteres der Wirklichkeit aber mehr entspricht, darf daraus entnommen werden, daß Phytin in spelzenfreien Samen auch von anderen Forschern einwandfrei nachgewiesen wurde.

Lösung gebrachten, für die Ernährung dienenden Stoffe in den Keimling, wo sie sich gleich wie diese in höherem Maße anstauen, als es im Korn selbst der Fall ist, und teilweise nun rückwärts wieder dem Aufbau und der Reduktion zum schwefelhaltigen Eiweiß unterliegen. Man kann dabei auch annehmen, daß die Thiomilchsäure gleich wie die Milchsäure sich mit Basen zu entsprechenden Laktaten verbindet.

Trotz der Abwanderung von Schwefel in die Keime, deren Gehalt um das 2—3fache höher ist als der der Gerste, auf je 100 Teile bezogen, bleibt der Gehalt an Gesamtschwefelsäure, sowie an löslichen schwefelhaltigen Verbindungen nach der Mälzung etwa der gleiche wie in der Gerste.

5. Abbau von Fett (Lipase)¹⁾

Bei der Keimung werden auch die lipatischen Enzyme, die im Korn schon vorhanden, aber noch unwirksam sind, aktiviert. Die Aktivierung ist auch wieder eine Folge der Lostrennung der Lipase von dem Protein-Lipase-Komplex nach Aufspaltung des Proteins durch proteolytische Enzyme, sowie eine Folge der Neubildung von Säuren, da saures Klima vorhanden sein muß, wenn die Lipasen ihre fettspaltende Kraft entfalten sollen.

Aus der im ruhenden Korn vorhandenen unwirksamen Spermato-lipase wird dadurch die wirksame Blastolipase.

Eine abbauende Wirkung findet aber nicht nur im Keimling statt, wo das Fett zum Teil der Atmung unterliegt. Auch im Endosperm dürfte sie erfolgen, wenn die neueren Untersuchungen über die Mitochondrien recht behalten, die aus Phosphatiden, Cholin-Estern der Fettsäure-Glyzerinphosphorsäure, bestehen sollen. Denn sie lösen sich auf, wenn die Korrosion der Stärkekörner durch die Diastase, welche an den Lipoidkörper gebunden ist, sich vollzogen hat.

An den Umsetzungen nehmen dagegen die in den Aleuronzellen eingeschlossenen Fettmassen nicht teil. Sie sind dem Angriff der Lipase wegen der Undurchlässigkeit der Zellwände unzugänglich.

6. Bildung von Säuren und ph

Mit dem Mälzungsvorgang erhöht sich auch der Gehalt an Säure. Hierunter ist die Summe aller sauer reagierender Stoffe zu verstehen, welche durch Titration durch n/10 Natronlauge bzw. Ammoniak erfaßt werden. Dabei ist die Ammoniakmethode unter Zusatz eines Sicherungsmittels in Form von Kalziumchlorid die sichere²⁾. Der Erhöhung der Säure entspricht aber die Verschiebung der Wasserstoffzahl nach der sauren Seite nicht.

Im einzelnen sind es besonders die aus der Eiweißspaltung entstehenden Aminosäuren, die teils als Basen, teils als Säuren wirken können,

¹⁾ Siehe „Brauerei und Mälzerei“, I. Band, S. 325—328.

²⁾ Windisch und Dietrich, Wochenschrift f. Brauerei 1918, S. 171.

und Thiomilchsäure, die aus dem Zuckerabbau entstehende Milchsäure und Bernsteinsäure, bzw. deren Salze; sowie die sauren anorganischen Phosphate der Alkalien und Erdalkalien.

Aus den vielen durch die Literatur gehenden Zahlenangaben kann man zu keiner einheitlichen Auffassung gelangen, weil, wie in so vielen Fällen, die Analysenmethodik eine ungleiche war. Ältere Angaben sind darum nicht mehr als Vergleichszahlen heranzuziehen; neuere Ergebnisse aber noch nicht umfassend genug.

Während P r i o r ¹⁾ z. B. bei der Gerste 0,2—0,23%, und im Grünmalz 0,4—0,5% primäres Phosphat gefunden haben will, ergaben e i g e n e U n t e r s u c h u n g e n bei Malzen verschiedener Jahrgänge 0,30 bis 0,50% Phosphorsäure an Alkalien und Erdalkalien gebunden ²⁾, Versuche von W i n d i s c h und D i e t r i c h ³⁾ 0,3—0,4% in der Gerste, und 0,4% im Malz.

Bei der Berechnung der Gesamtsäure, gegen n/10 Natronlauge titriert, gelangte P r i o r ¹⁾ bei Gerste zu einem Gehalt von 0,3—0,4%, im Grünmalz (ohne Keime) zu 0,6—0,75%, als Milchsäure ausgedrückt. Die unter Benutzung neuerer Untersuchungsmethoden vorliegenden Werte ergeben für Gerste etwa einen Gehalt von 0,5%, und beim Malz um 0,7% herum ³⁾. L ü e r s und L o i b l ⁴⁾ stellten gegenüber der Gerste eine Zunahme auf das Doppelte beim Wachstum bis zum 7. Tage und dann wieder eine Abnahme fest.

Nicht minder unsicher sind die Vergleiche zwischen den Werten für organische Säuren, die man in der Höhe von 0,10—0,25% berechnet als Milchsäure, beim Malz ermittelt haben will, und die sich je nach der Möglichkeit der Bindung mit Basen zu Salzen während der Mälzung aufwärts wie abwärts verschieben können, gegenüber der Gerste im allgemeinen auch nur unwesentlich (2—4fach) höher liegen.

Die Bestimmung der a k t i v e n S ä u r e auf elektrometrischem Wege durch Feststellung der Wasserstoffionen läßt die diesbezüglich eintretenden Veränderungen in deutlicherer Form zum Ausdruck kommen, gelangt aber zu Ergebnissen, welche mit Bestimmungen des Säuregehaltes in dieser oder jener Form nicht übereinstimmen.

Schon unter der Wirkung der Wasseraufnahme beim Weichen beginnt eine Verschiebung des p h.

Der Verlauf der p h - B e w e g u n g ⁵⁾ während des Weichvorganges ist indes ein anderer wie während des Wachstums. Beim Weichen tritt

¹⁾ Bayr. Brauerjournal, 1895, S. 181.

²⁾ In diesen Zahlen dürfte eine kleine Menge Phosphorsäure als sekundäres Phosphat enthalten sein. Siehe „Brauerei und Mälzerei“, I. Band, S. 332.

³⁾ W i n d i s c h und D i e t r i c h, Wochenschrift f. Brauerei 1918, S. 171.

⁴⁾ L ü e r s, Chemie des Brauwesens 1929, S. 224.

⁵⁾ p h-Bewegung nach eigenen Untersuchungen gemeinsam mit A m b r o s i u s. (Siehe Fußnotentabelle S. 71.)

eine Verschiebung nach der sauren Seite ein, welche ziemlich erheblicher Natur ist.

Vom Augenblick des Ausweichens an beginnt sich aber die Verschiebung nach der alkalischen Seite umzudrehen und bewegt sich in dieser Richtung weiter, bis der Höhepunkt nach dem 5. oder 6. Tage erreicht wird. Mehrere Tage hält sich das ph annähernd auf dieser Höhe, um dann vom 8., 9., 10. oder 11. Tage an wieder nach der sauren Seite abzubiegen. Das Absinken geht von nun an ohne Unterbrechung weiter, kommt dem ph-Stand in der Gerste wieder näher und geht schließlich auch darüber hinaus, wenn man die Keimzeit noch weiter ausdehnt. Der ph-Abfall nach der sauren Seite geht indes nicht soweit, daß er den Stand erreicht, welcher am Ende der Weichzeit vorhanden ist. Selbst die Rohgerste hat immer noch ein günstigeres ph wie das Grünmalz, welches nach 7, 8 oder 9 Tagen zum Ziehen kommt. Durch das Darren wird aber der Vorsprung entweder völlig ausgeglichen, oder gar dem Darmmalz ein günstigeres ph verliehen als der Gerste.

Wenn beim Weichen — wie es der Fall ist — eine Zunahme der H-Ionen stattfindet, so müssen alkalische Stoffe entfernt werden, oder saure entstehen. In erster Linie kommen für den Rückgang der Alkalität sekundäre Phosphate in Frage, die der Auslaugung unterliegen. Dann ist aber auch damit zu rechnen, wenn es auch nicht von gleich großem Einfluß ist, daß sekundäre Phosphate schon teilweise in die sauren primären überführt werden, und daß Bildungen von organischen Säuren aus dem Abbau von Zucker und Eiweiß eintreten.

Beginnt nun die Keimung nach dem Ausweichen, und bewegt sich

Keimzeit auf der Tenne	Gerste ph6,19 ph	Gerste ph6,14 ph	Nach Untersuchungen von R. H. Hopkins und Hugh E. Kelly ¹⁾	
1. Tag	5,83	5,99	Chilenische Chevalier 1928	ph
2. Tag	5,92	6,04	Ursprüngliche Gerste	5,74
3. Tag	6,09	—	Beim Ausweichen	5,19
4. Tag	6,12	6,24	2 Tage auf der Tenne	5,25
5. Tag	6,26	6,28	4 „ „ „ „	5,91
6. Tag	6,27	6,36	6 „ „ „ „ „	6,08
7. Tag	6,24	6,31	8 „ „ „ „ „	6,10
8. Tag	6,32	6,26	10 „ „ „ „ „	6,10
9. Tag	6,29	6,23	12 „ „ „ „ „	6,10
11. Tag	—	6,16	Nach 16 stdg. Darrzeit	5,93
12. Tag	—	6,13	Nach 27 stdg. Darrzeit	5,74
Nach dem 9. Tag gedarrt bei 50° C	6,20	—	Fertiges Malz	5,78
Gedarrt nach Art der Münchener Malze (Abdarrrtemperatur 90° C)	5,93	—		

¹⁾ Journ. of the Inst. of Brewing 1929, 35, S. 408.

das ph wieder nach der alkalischen Seite, so zeigt das an, daß nun eine überwiegende Bildung von alkalisch reagierenden Stoffen vor sich geht. Eiweißstoffe können es sein, welche aus der Urform löslich gemacht werden, und alkalische Natur besitzen. Mehr und mehr gehen davon in Lösung. Die Alkalität steigt; bis der Gehalt an abbaufähigen Ursprungseiweiß kleiner und immer kleiner wird. Dabei ist der Übergang aus dem unlöslichen in den löslichen Zustand größer als der Abbau hochmolekularer löslicher in teilweise sauer reagierende niedrig molekulare.

Analog der Abbau der Phosphate. Aus den unlöslichen Phosphorverbindungen entstehen lösliche, die erst sekundärer (alkalischer) Natur sind. Auch hier kann es sein, daß die Umwandlung aus der unlöslichen tertiären Verbindung in die sekundäre vor der Überführung der gelösten sekundären in die primären vorherrscht.

So lange die Lösung aus dem Urzustand den Abbau der gelösten hoch molekularen bzw. alkalisch reagierenden Stoffe in sauer reagierende übertrifft, geht die ph-Bewegung der alkalischen Seite zu. Sie dreht sich, sobald die Urstoffe, soweit es unter der Wirkung des Mälzens geschehen kann, in Lösung gegangen sind — was praktisch erst mit Eintritt der Überlösung beim Mälzen der Fall ist —, und die Überführung der sekundären in die primären Phosphate, sowie die Zunahme freier organischer Säuren und niedrig molekularer Eiweißabbaustoffe (Aminosäuren) wächst.

7. Zusammenfassung

Überblickt man alle diese Vorgänge, und sucht sie in kurzen Thesen zusammenzufassen, so könnte dies wie folgt geschehen:

Die im Korn vorgebildeten, aber noch unwirksamen Enzyme, welche durch den Weichvorgang an die ersten Stufen der Aktivierung herangeführt werden, machen sich aus ihrer Verkettung frei, gewinnen Handlungsfreiheit, und treten in Tätigkeit. Der Spezifität entsprechend ist die Bildung und abbauende Arbeit derselben verschieden.

Die Entwicklung der Enzyme ist an den Keimvorgang gebunden, und erfordert ausgiebigen Luftzutritt.

Die sichtbarste Wirkung üben die diastatischen Enzyme aus, die in der Anlage in kleineren Mengen in den Aleuronzellen, in der Hauptsache im Keimling vorhanden sind. Als Träger der Diastase will man mikroskopisch kleinste Tröpfchen (Mitochondrien) festgestellt haben.

In der Vollreife erfolgt Schnitt, hoher Stickstoffgehalt und breiter Bau des Kornes, starke Weiche, in Verbindung mit langem, durch kühle Haufenführung erzeugtem Blattkeim, bilden die günstigste Voraussetzung für größtmögliche Diastasebildung.

Das zähe, weiche Korn wird mürb und zerreibbar, indem die aus Hemizellulosen, jedenfalls in Verbindung mit Inkrusten aus Pektin be-

stehenden Zellwände, welche die Stärke sackartig umschließen, durch die Zytase (Lichenase) und Propektinase gelöst, und die Stärkekörner unter teilweiser Lösung freigemacht werden. Der Rohgeschmack des Kornes wandelt sich in einen süßlichen. Der Umwandlung unterliegt ein erheblicher Teil der Stärkemasse, etwa 20—26%.

Der in die Keime wandernde Teil, der zuvor in Zucker umgebildet ist, wird hier teils veratmet, teils als Zucker angestaut, teils aber auch zu Hemizellulose und Stärke aufgebaut. Der Bedarf für die Atmung ist mehr als um die Hälfte größer, als wie für die Neubildung von Gewächs. Der Atmungsverlust läßt sich durch bestimmte Behandlungsmethoden einschränken. Die Wege zur Schwandverminderung laufen indes mit denen zur Erreichung guter Lösung nicht parallel. Von der Beschaffenheit der Gerste, von der Art des herzustellenden Malzes und der mit Rücksicht hierauf angewendeten Behandlung hängt es ab, wie weit sie einander genähert werden können.

Für die Herstellung von dunklem Malz ist auf längeres Gewächs, und damit auf reichlichere Zuckerbildung hinarbeiten; anders dagegen für die Herstellung von hellem Malz. Aber nicht nur soll reichlicher Zucker gebildet, sondern auch gestaut werden. Günstig ist dafür einerseits wärmere Haufenführung, andererseits Drosselung der Veratmung durch Einschränkung der Widerung, bzw. Lüftung.

Die unter der Wirkung des diastatischen und zytatischen Abbaus sich vollziehenden Vorgänge führen zu der Bildung von Hexosen und Pentosen, zu der Kondensation zu Rohrzucker, und mit Hilfe der Invertase zur Bildung von Invertzucker. Der Zuckergehalt steigt von der Gerste, die bis zu 3% enthält, unter Umständen bis auf 11—12% an. Der Blattkeim ist um das Mehrfache zuckerreicher. Der Hauptteil des Zuckers ist Rohrzucker.

Das **E i w e i ß** unterliegt dem Angriff **p r o t e o l y t i s c h e r E n z y m e**, durch welchen Abbaukörper aller Abbaustufen entstehen. Neu entstehen aber besonders Albumosen. Nachgewiesen hat man eine pflanzliche Tryptase und Peptase (Peptidase, bzw. Ereptase). Ungewiß ist das Vorkommen von Pepsinase.

Dem Abbau unterliegen bis zu 35% des Gesamteiweiß, wovon der Hauptteil in die Keime wandert, und dort zum Teil wieder bis zum Ursprungseiweiß aufgebaut wird.

Der Gehalt an löslichen Stickstoffkörpern erhöht sich von 10—26% in der Gerste auf 24—33% im Malz.

Angegriffen wird leichter das in der Einbettungsmasse abgelagerte Eiweiß. Schwer angreifbar sind dagegen die eiweißreicheren Zellagen unter der Aleuronschicht und in der Nähe der Furche. Mildheit erleichtert, Glasigkeit erschwert den Angriff, Speckigkeit behindert ihn noch mehr. Darum bedürfen speckige Gersten stärkerer enzymatischer Durchdringung, die wieder nur durch längere Keimdauer und längeres

Gewächs erreichbar ist. Gute Vorarbeit leistet dazu reichliche Weiche, namentlich aber vorsichtige Warmweiche.

Dem Abbau unterliegen die organischen **Phosphorverbindungen**; in erster Linie sind es die Phosphorproteine. Phosphorsäure wird freigemacht durch die **Phosphatase** bzw. **Phosphatasen**. Größtenteils tritt sie aber gleich wieder mit anorganischen Basen zu anorganischen Phosphaten zusammen. Die sauren Alkaliphosphate erfahren eine Zunahme, noch mehr die Erdalkaliphosphate.

Neben der Proteinphosphatase werden auch noch Amylophosphatase, Glyzerophosphatase, Saccharophosphatase, Phytase und Nukleotidase aktiviert, die alle insgesamt 15—30% der Phosphorsäure durch Abbau und Umbildung in Bewegung setzen.

Aus dem **Eiweißschwefel** bilden sich schwefelhaltige Abbauprodukte (Thiomilchsäure), sowie durch Oxydase Schwefelsäure, welche sich wieder mit Basen zu Salzen umsetzt.

Durch die **Lipase** wird das im Keimling enthaltene **Fett** gespalten.

Säuren (Milchsäure und Bernsteinsäure) bilden sich aus dem Abbau des Zuckers; Aminosäuren aus dem Abbau von Eiweiß, die dann teils als freie Säuren bestehen bleiben, teils sich wieder mit Basen umsetzen.

Das **ph**, welches durch den Weichvorgang stark nach der sauren Seite verschoben wird, bewegt sich während des Mälzens von der sauren Seite wieder in umgekehrter Richtung nach der alkalischen, und liegt am Ende beim Grünmalz höher als bei der Gerste. Bei noch längerer Wachstumsdauer dreht indes die **ph**-Richtung nach der sauren Seite wieder um, um im überlöstten Malz den **ph**-Stand der Gerste wieder zu erreichen bzw. zu überschreiten.

II. Das Mälzen auf der Tenne

A. Ältere Auffassung über Mälzen

1. Allgemeine Richtlinien frühester Zeit (Archive, Muntz)

Von jeher ist der Malzbereitung die größte Bedeutung für die Bierbereitung beigelegt worden. Im Mittelalter sind es besonders die Archive der Klöster, welche als Fundgruben für die jeweils zur Anwendung gekommenen Verfahren dienen. So finden sich schon gegen das 15. Jahrhundert allgemeine Regeln aufgezeichnet.

So besagt z. B. eine Vorschrift ¹⁾, daß die Gerste je nach der Jahres-

¹⁾ Nach P. Ildefons Poll, Brauweisen und Bierrezepte aus der Landshuter Bierverordnung 1486; nach Jahrbuch der Gesellschaft für die Gesch. und Bibl. des Brauwesens 1929, S. 36.

zeit bis zu 8 Tagen im Bottich mit Wasser begossen, auf der Tenne auch entsprechend den Lufttemperaturen 8—14 Tage der Keimung überlassen, und das Grünmalz schließlich etwa 3 Wochen auf der Tenne geschwelkt werden soll. Wenden sei sowohl während des Wachstums wie während des Schwelkens erforderlich. Das Malz kann dann entweder lufttrocken oder durch Darren trocken gemacht werden, und ist dann zu entkeimen, bevor es auf Lager genommen wird.

Auch die Lehrbücher aller Zeiten, so weit man sie auch zurückverfolgt, stellen das Mälzen als die grundlegendste Voraussetzung dar, um ein gutes Bier zu brauen. So sagt u. a. M u n t z ¹⁾, daß das Mälzen das erste und wichtigste Geschäft des Brauers sei, welches er theoretisch und praktisch können soll. Bei schlechtem Malze müßte auch die Kunst des Brauers scheitern; umgekehrt könnte aber ein mittelmäßiger Brauer sich auf verschiedene Weise helfen, wenn er nur vom Mälzer gut bedient worden ist.

Das Mälzen bleibt sich in jedem Orte gleich; das Brauen versagt aber oft, wenn der Brauer an einen neuen Platz kommt.

Fehlerhaftes, schlechtes Malz löst sich beim Maischen nicht, liegt gewöhnlich schwer wie Sand auf dem Boden des Maischbottichs, und liefert trübe Würzen von Rohfruchtgeschmack. Vollkommen gelöste Malze liefern klare, rein und süß schmeckende Würzen. Schlecht gelöstes Malz läßt auch die Würze nicht ablaufen.

Als besonders geeignet werden unterirdische Tennen (Malzgewölbe) gehalten, welche den Vorzug haben, Feuchtigkeit zu halten und Temperaturschwankungen nicht so leicht ausgesetzt zu sein, sofern sie tief genug — 1,5—2 m — unter der Erde liegen.

Mit der Schärfe der Beobachtung paart sich peinlichste Sorgfalt und kunstgerechte Arbeit. Höchstes Streben ist Erzielung größter Gleichmäßigkeit in der Keimentwicklung und Lösung. Ausgeglichenheit soll sowohl in der Temperatur, wie in der Feuchtigkeit angestrebt werden. Größter Wert wird darum auf Ausgeglichenheit des Haufens in Höhe und Begrenzung gelegt.

Die besten Erfahrungen sind nach M u n t z gemacht, wenn ganz dünn ausgeweicht, mit Durchbruch der Wurzelkeime dann aber die Gerste auf 6—8 Zoll (15—20 cm) hohe Haufen zusammengesetzt wird. Dann wird gleichmäßigste Keimung erreicht, und unerwünschte Erwärmung zurückgehalten.

Scharfe Richtlinien werden für die Haufenarbeit aufgestellt. Die rechte Zeit darf niemals verpaßt werden. Mit zunehmender Entwicklung der Keime hat das Wenden öfter zu geschehen, und ist auch der Haufen dünner zu legen, damit er sich nicht nennenswert erwärmt. Überhaupt soll in der ersten Zeit keine fühlbare Wärme im Haufen entstehen. Aus-

¹⁾ M u n t z, Das Bierbrauen, 1836.

gesprochene Kaltführung ist notwendig. Erst in der letzten Zeit soll sich gerade nur eine eben fühlbare Wärme bilden.

Es finden sich also hier schon die Grundsätze der Kaltführung klar zum Ausdruck gebracht. Nicht minder auch die Richtlinien für die verschiedene Behandlung einerseits feiner, andererseits grober, unedler Gerste. Erstere ist kürzer, letztere länger zu führen.

Was die Zeit und Art des Wendens anbetrifft, so gelten folgende Regeln (M u n t z):

Der Naßhaufen soll täglich zweimal gewendet werden. Für die Bearbeitung des Junghaufens wird nicht im Zweitich, eher im Dreistich, am Vollkommensten im Vierstich die geeignetste Arbeitsmethode erkannt. Sie ist am besten imstande, die entstandenen Ungleichheiten zu beseitigen. Denn in der Mitte ist der Haufen nicht nur wärmer geworden, sondern die Körner sind hier auch durch die Wärme in der Keimung vorausgeeilt. Die untere Schicht dagegen durch den kalten Fußboden, und die obere durch die Luft abgekühlt, erstere auch nasser, letztere aber trocken geworden, und in der Keimung zurückgeblieben. Im Vierstich arbeitet man nun so, daß die schwache Oberschicht mit dem ersten Stich umgelegt wird, die Mittelschicht bis auf 2 Zoll (5 cm) luftig darüber hinweggeworfen, mit dem dritten Stich dann der erste Umwurf, desgleichen mit dem vierten Stich die restliche Bodenschicht über den zweiten geworfen wird. Auch beim nächsten Mal soll so verfahren werden. Bildet der Haufen nun Schweiß, hat er sich auch schon etwas erwärmt, und haben sich beim Korn Wurzeln bis zur Kornlänge entwickelt, so ist wieder umzuwenden, und wieder dünner zu legen. Die Körner beginnen nun sich etwas zu verfilzen. Der Haufen wird unter erneuter Schweißbildung noch deutlicher fühlbar warm. Ein bis zwei Dutzend Körner haben sich mit ihren Wurzeln verflochten, die Zahl der letzteren ist bis auf 4—6 gestiegen.

Das ist der Zeitpunkt, wo das Wachstum zu unterbrechen ist. Der Haufen muß deshalb weit auseinandergezogen werden, damit er nicht weiter zur Erwärmung und Schweißbildung, sondern zum Abkühlen kommt. Zweckmäßig wendet man ihn dabei noch 1—2 mal. Das Grünmalz ist nun reif für den Schwelkboden ¹⁾.

Bis zum letzten Tage soll der Haufen frisch bleiben; das Wurzelgewächs nicht welken und gelb werden. Erst zum Schluß soll es dazu kommen.

Lassen sich diese Richtlinien für unterirdische Tennen innehalten, bei welchen Feuchtigkeit und Temperatur sich ziemlich gleich bleiben, wenn nicht gerade starke Kälte vorkommt, so passen sie weniger oder überhaupt nicht, wenn starker Frost herrscht oder gar noch oberirdische

¹⁾ Nach H a b i c h, Schule der Bierbrauerei S. 170 stammt das Wort schwelken aus dem Schwäbischen, wo man sagt „esch welkt“, wenn ein Korn abwelkt.

Tennen benutzt werden. Hier erheischt wärmeres Wetter besondere Anpassung, wie andererseits kaltes Wetter auch wieder andere Haufenführung erfordert. Im letzteren Falle wird man, um starke Abkühlung zu verhüten, gleich hoch ausweichen müssen, unter Umständen den Haufen bis zu 16 Zoll (40 cm) hoch aufsetzen und im Anfang auch nicht zu oft arbeiten müssen.

M u n t z ist kein Freund vom Spritzen, um den Keimling bei zurückgebliebener Entwicklung anzuregen. Wenn aber Naßhaufen zu hoch aufgetragen und zu oft gewendet und dadurch trocken werden, ist leicht die Folge, daß der Keimling zurückbleibt. Dann muß zur Gießkanne gegriffen werden. Sie ist für ihn ein schlechter Notbehelf, durch die nur ungleiches Gewächs erzeugt wird. Dann gilt es wieder, diese Ungleichheiten zu beseitigen, was nur wieder durch möglichst dünne und kalte Haufenführung geschehen kann.

M u n t z erwähnt auch das Anlegen von sog. Brennhaufen, d. h. das Zusammenstechen des Grünmalzes am Ende der Keimperiode zu einem hohen Haufen¹⁾, in welchem es sich erhitzen und liegenbleiben soll, bis der Korninhalt weich ist, und sich fast wie Milch herausdrücken läßt. Er macht auch die zutreffende Beobachtung, daß solche Malze sehr schnell klärende Biere geben, daß sie aber beim Darren steinhart werden. Seiner Ansicht nach könnten sie höchstens für die Herstellung von schwarzem Bier verwendet werden.

2. Richtlinien und Arbeitsgänge späterer Zeit

a) Allgemeines

Gleich Muntz findet man auch in anderen alten Lehrbüchern die Betonung der Notwendigkeit der genauen Befolgung bewährter Verfahren bei der H a u f e n f ü h r u n g. Wird allerdings von den einen in Übereinstimmung mit M u n t z der Vierstich für den Spitz- und Brechhaufen als die beste Methode angesehen, treten andere mehr und mehr für den Dreistich ein, als ausreichend gründliche Art der Durchmischung, um die mittlere warme Schicht nach unten und oben, und die untere und obere Schicht, als die kälteren, mehr nach der Mitte zu bringen. Vom Zweistich wäre eine solche vollkommene Umschichtung nicht zu erwarten.

Mit dem Wachsen der Mälzereibetriebe, und dem damit sich ergebenden Bedürfnis, die Arbeitsmethoden zu vereinfachen, und die Arbeitsleistungen zu steigern, schwindet die ältere, umständlichere Methode, auf Vierstich zu arbeiten, mehr und mehr, um schließlich ganz

¹⁾ Dieses Verfahren wird vereinzelt auch jetzt noch von manchen Mälzern angewendet, wenn sie Gersten zu verarbeiten haben, die sich schwer lösen. Doch treibt man die Behandlung nicht soweit, daß der Korninhalt weich wird. Nur Verbesserung der Lösung wird bezweckt.

und gar einzugehen. Am Dreistich hielt man verschiedentlich noch bis vor einigen Dezennien fest, doch jetzt ist auch dieser fast völlig aufgegeben. Der Zweistich, als das einfachste Verfahren, ist allein übriggeblieben. Außer wirtschaftlichen sind es technische Gründe, welche diese Entwicklung mit sich gebracht haben. Je mehr man von der hohen Haufenführung abging, und sich der niedrigen zuwandte, welche gleich mit niedrig aufgesetzten Naßhaufen beginnt, die man auch nicht mehr im Spitzhaufen zusammensetzt, wie es früher vielfach geschah, um so mehr mußten die älteren Verfahren aus rein praktischen Gründen verlassen werden. Überdies läßt sich auch nur der Haufen so lange in dieser kunstgerechten alten Weise arbeiten, als es die Länge des Wurzelgewächses noch zuläßt, d. h. nur im Spitzhaufen, wenn der Keim eben durchbricht, und im Brechhaufen, wenn sich noch nicht mehr als 2—3 kleine Keime zeigen ¹⁾.

b) Schweißbildung

Mit der eingetretenen Quellreife sind bekanntlich für das Wachstum des Keimlings alle Bedingungen gegeben. Die Enzyme werden aktiviert, bauen die hochmolekularen unlöslichen Stoffe ab, und schließen damit die Nährstoffe für den atmenden und wachsenden Keimling auf. Die Folge der Atmung, als eines Verbrennungsprozesses, kommt in der Bildung von Wärme, Kohlensäure und Wasser zum Ausdruck.

Die Kohlensäure diffundiert zum größten Teil in die umgebende Luft.

Die Wärme strömt ebenfalls größtenteils ab. Die oberen Schichten geben sie an die Atmosphäre weiter, die unteren an den Fußboden. In den mittleren Schichten staut sie sich, in ihrem Abfluß behindert durch die schlechte Wärmeleitung der sie umschließenden Körnermassen.

Das ausgeatmete Wasser geht auch wieder verschiedene Wege. Das in der obersten Schicht gebildete verdunstet. Aus den unteren Schichten sammelt es sich auf dem Fußboden. Aus den mittleren strebt es nach oben, und schlägt sich hier, unterhalb der obersten, trocknen Schicht, wo die Temperatur niedriger ist, unter „Schweißbildung“ nieder.

Der Schweißbildung legt nun der Mälzer größte Bedeutung bei. Er verlangt, daß der Haufen in Schweiß kommt, und daß die Schweißbildung nach erfolgtem Wenden, immer wieder auftritt. Als fehlerhafte

¹⁾ Mit Brechhaufen wird auch nach *Thausing* der Spitzhaufen bezeichnet, während für die Wachstumsphase, welche hier Brechhaufen genannt ist, das Wort Junghaufen gewählt wird.

Überhaupt bildet sich erst in späterer Zeit für die einzelnen Phasen des Wachstums eine Namensnennung heraus. Dem Naßhaufen folgt der Spitz- oder Brechhaufen, nach Bildung von 2—3 kleinen Wurzeln der Junghaufen, im Hochstadium des Wachstums der Wachshaufen (*Galopp*), während den Abschluß der Althaufen bildet.

Haufenführung sieht er es an, wenn die Schweißbildung ausbleibt, wenn der Haufen gewissermaßen aus dem Schweiß gerissen wird. Die Wurzeln gelben dann und welken. Es kommt also zu einem Rückschlag in der Atmung und vor allem in der Blattkeimentwicklung und dem Lösungsprozeß. Das sind alte praktische Erfahrungen. Schweißbildung ist eben das sichtbare Zeichen, daß die Atmung in einem angemessenen Ausmaße stattfindet, und daß auch, was damit verbunden sein soll, die Entwicklung des Blattkeims in der richtigen Weise vor sich geht. Gerade auf den Blattkeim kommt es dem Mälzer an; er soll bis zu einer bestimmten Entwicklungsstufe gebracht werden; die Wurzelkeime wachsen ihm schon von selbst lang genug aus, so daß er eher sorgen muß, sie zurückzuhalten. Die Wurzeln will man dabei kraus haben, was allerdings nur eine Folge des mehrfachen Wendens ist.

Früh erkannte man schon, daß es nicht das Gleiche ist, ob man einen Haufen auf sog. „kalten“ oder „warmen“ Schweiß führt. Nach dem älteren Verfahren arbeitete man auf sog. „warmen“ Schweiß. Hatte man den Naßhaufen zwecks Abtrocknens erst dünner gelegt, so schaufelte man ihn nun wieder zusammen, wobei man ihm gewöhnlich eine Höhe von 20—25 cm gab, damit er sich erwärmte, und bei der Wärme zur Schweißbildung kam. Dann wendete man ihn, und legte ihn nach und nach dünner. Mehr und mehr kam man dann hiervon ab, und bevorzugte die Führung auf „kalten“ Schweiß. Hierbei wurde der Haufen nach jedesmaligem Wenden dünner und immer dünner gelegt, bis die Höhe nur noch etwa 10 cm betrug.

Die Führung auf sog. „warmen“ Schweiß entsprang der Absicht, das Wachstum in dieser Periode, wo der Keimling aus dem Korn heraustritt, bis zu dem Zeitpunkt, wo sich die Wurzeln bis auf die Hälfte der Kornlänge ausgebildet haben, zu beschleunigen, und damit überhaupt den Keimungsprozeß in relativ kurzer Zeit durchzuführen. Die Führung auf „warmen“ Schweiß wurde aber nach dieser Periode nicht fortgesetzt, vielmehr suchte man den Haufen nun durch immer wieder erneutes Dünnerlegen abzukühlen, da man aus der Erfahrung gelernt hatte, daß durch das weitere Warmführen das Malz leicht säuert und dumpf werde — eine Folge starker Pilzwucherung.

Bezüglich der Ursachen der Schweißbildung wird in neuerer Zeit verschiedentlich eine Auffassung vertreten, welche in dem Schweiß ein Krankheitssymptom, einen Fieberzustand sieht.

Meiner Ansicht nach mit Unrecht. Man begründet sie damit, daß der Schweiß besonders stark auftritt, wenn nach dem alten Verfahren geweicht wird, und das beim Weichen schon erwachende lebhaftes Atmungsbedürfnis der Gerste keine Befriedigung findet. Atmungsdrose, die zu einer Art Betäubung führt, und den Keimling gewissermaßen verpanzert, kommt erst wieder zur Aufhebung, wenn das Weichgut auf der Tenne einige Zeit der Luft ausgesetzt ist. Das Atmungs-

bedürfnis bricht sich nun gewaltsam Bahn, der Haufen kommt in Schweiß, und wirft damit alle Wirkungen der Betäubung ab. Es sei dabei wie nach einem Betäubungszustand beim Menschen. Auch dieser gerät mit Überwindung des Zustandes in Schweiß. Es ist die Reaktion gegen den Giftangriff.

Aber es ist kein mit Wärme verbundener Schweiß, es ist der Kaltschweiß, der Angstschweiß.

Das Schwitzen des Haufens ist damit nicht zu vergleichen. Der Haufen gerät gerade unter Wärmebildung in Schweiß. Die Schweißbildung ist die Folge von Atmung. Kräftige Atmung erzeugt starke Schweißbildung. Junge Pferde, um nur eines von unzähligen Beispielen aus dem Leben anzuführen, welche tagelang im Stall gestanden haben, können in ihrem Übermut, wenn man sie dann vor den Wagen spannt, kaum gebändigt werden. Das Herz arbeitet stärker, die Atmung wird erhöht, die lebhaft Gangart bringt sie in Schweiß. So ist es beim Haufen. Der Haufen auf der Tenne schwitzt, weil das Korn zu lange in seinem natürlichen Entwicklungstrieb unterdrückt worden ist. Es ist kein Krankheits- und kein Fieberzustand. Es ist der Ausdruck lebhaftesten Entwicklungsdranges nach aufgezwungener Untätigkeit und Ruhe.

c) Haufentemperatur

Über die bei der Führung auf „warmen“ Schweiß entstehenden bzw. angestrebten Temperaturen, wobei die Haufen auf 20—25 cm, wie es in vielen Lehrbüchern heißt, oder gar noch höher, und selbst noch unter Umständen bis zu 60 cm, wie B a l l i n g ¹⁾ angibt, zusammengesetzt werden, finden sich in der Literatur sehr unterschiedliche Angaben. Der sich im großen und ganzen herauschälende Temperaturrahmen umfaßt die Spannen von 22—32° C. Selbst B a l l i n g kritisiert eine Steigerung bis 30—32° C, wie sie für das alte bayrische Verfahren galt, nicht.

Sieht man aus diesen Zahlen, welche Temperaturen bei der Führung auf „warmen“ Schweiß erreicht werden sollen, so ist ohne weiteres daraus zu schließen, daß die Kaltführung, bzw. die Führung auf „kalten“ Schweiß sich unterhalb dieses Temperaturgebietes vollziehen, also 20 bis 23° C nicht überschreiten soll.

P. H e i ß ²⁾, ehemaliger Braumeister zum Spaten in München, und B a l l i n g halten als die beste Temperatur sogar nur die Spanne zwischen 12 und 15° C, die indes nicht immer innegehalten werden kann, und verlangen, daß die Haufen, sobald sie, je nach den Entwicklungsphasen, über 15—20° C hinausgehen, umgearbeitet werden müssen.

Sorgfältige Beobachter stellen mehr und mehr fest, daß das auf

¹⁾ B a l l i n g, Gärungschemie, 1854.

²⁾ H e i ß, Die Bierbrauerei 1853.

„kalten“ Schweiß geführte Malz dem „warm“ geführten, ganz besonders einem reichlich warm geführten, vorzuziehen sei. Das frischere Aussehen, die kräftigere Wurzelbildung und bessere Kräuselung wären schon die zutreffendsten äußerlichen Zeichen für die bessere Beurteilung, gegenüber dem welken Aussehen bei der Warmführung.

Kritisch betrachtete man auch Wurzel- und Blattkeimbildung in bezug auf Masse und in Zusammenhang mit dem Verbrauch an Kornsubstanz. Man erkannte, daß die kalte Haufenführung infolge geringerer Gewächsbildung die sparsamere Arbeitsmethode ist, und beobachtete auch, daß das Verbrauen des kalt geführten Malzes in verschiedener Hinsicht günstiger sei.

So rückte man nach und nach von der älteren Methode der Führung auf „warmen“ Schweiß, bei der nach Hei ß oft schon das Malz in 4 bis 5tägiger Tennenführung fertig war, ab, zumal unnötigerweise damit eine lange Wurzelkeimentwicklung verbunden war, die ja nur auf Kosten der Kornsubstanz erfolgen kann.

d) Das Wenden

Die Notwendigkeit des öfteren und rechtzeitigen W e n d e n s ergab sich aus einfachster Überlegung. Das Wenden brachte die erforderliche Abkühlung. Die durch die Luft geworfenen Körner gaben Wärme ab; die im Haufen gestaute schwand. Der neue Haufen war um mehrere Grade kühler geworden.

Das Wenden war aber auch ein Mittel, die Wurzelkeimentwicklung zu bändigen. Lange Wurzelkeime verurteilte man, weil man in ihnen unnötige Substanzverzehr sah. So wendete man dann, um das Wurzelwachstum einzuschränken. Das luftige Widern brachte nicht nur eine Abkühlung, und damit im Zusammenhang eine Drosselung der Keimungslust, sondern auch vorübergehenden bzw. dauernden Stillstand in der Streckung der Wurzelkeime durch den Aufprall beim Wurf, und durch den dadurch verursachten Rückschlag auf den Säftestrom, oder infolge des damit verbundenen Eingriffs in die Zellstruktur, oder schließlich auch durch Abknicken der Wurzeln selbst. Die Folge des öfteren Wendens mußte also k u r z e s Wurzelgewächs sein.

Der Zeitpunkt für das Wenden wurde einesteils am Eintritt der Schweißbildung, anderenteils an dem Grad des Wärmeanstiegs erkannt. Es ist natürlich, daß hierbei eigene Erfahrungen maßgeblich sein mußten, und da diese wieder, wie nicht anders zu erwarten, unterschiedlich waren, konnten sich auch keine allgemein geltenden Richtlinien herausbilden.

M u n t z z. B., der treffliche Mälzer, und Z i m m e r m a n n ¹⁾ wendeten allerdings nur 5—7 mal. Es ist nicht ersichtlich, ob dieses

¹⁾ Z i m m e r m a n n , Lehrbuch der Bierbrauerei 1852.

seltene Haufenarbeiten etwa allgemeiner Auffassung damaliger Zeit entsprach. In anderen Lehrbüchern sind zahlenmäßige Angaben nicht zu finden. Meistens ist in ihnen nur angegeben, daß gewendet werden muß, wenn eine gewisse Temperaturhöhe erreicht sei, die aber wieder, je nach Auffassung, verschieden war. Selbst ein B a l l i n g gibt Zahlenangaben nicht an.

e) Wachstumsdauer und Gewächsbildung

Spärlich sind die Angaben über die Dauer des Keimprozesses. Die wenigen, auf welche man in der Literatur stößt, sprechen von einer Keimdauer von etwa 8 Tagen. B a l l i n g gibt allerdings eine wesentlich längere Tennenführungszeit an. 14 Tage wären seiner Ansicht nach der Durchschnitt.

Die Gesichtspunkte, nach denen man urteilte, wann es Zeit wäre, den Keimprozeß abubrechen, sind frühzeitig schon annähernd dieselben, wie sie noch heutzutage Geltung haben. Doch die schärfere Erfassung der Merkmale ist auch erst wieder eine Folge der sich mehrenden Erfahrungen.

Zuerst galt als Zeitpunkt für die Beendigung der Eintritt einer schwachen Verfilzung, oder des sogen. Haufenheftens. Das ist der Zeitpunkt, an dem sich die kräftigen, stark gekräuselten Wurzeln bis auf $1\frac{1}{2}$ Kornlänge, und der Blattkeim auf etwa $\frac{2}{3}$ Kornlänge entwickelt haben. Heiß verlangt für dunkles Malz eine Mindestblattkeimlänge von $\frac{2}{3}$, B a l l i n g will sogar für jedes Malz einen Blattkeim von mindestens $\frac{3}{4}$ Kornlänge haben.

Schärfer erfaßte man bald das weitere und ausschlaggebendste Kriterium, den Eintritt völliger Mürbheit des Kornes. Ließ sich das Mehl herausdrücken, und kroidig trocken austreichen, dann war der richtige Zeitpunkt gekommen. Dann wurde es nur noch notwendig, durch weitgehendes Dünnerlegen das Grünmalz abzutrocknen, wobei man, nach B a l l i n g, die Haufen möglichst nicht über 5 cm stark ausbreiten sollte.

Bei der ganzen Tennenarbeit war das Hauptmerkmal auf möglichst g l e i c h m ä ß i g e E n t w i c k l u n g d e r K e i m e gerichtet. Weder sollten die einen zurückbleiben, noch andere vorschießen. Zurückgebliebenes Wachstum führt nicht nur zu Störungen im Sudhaus, sondern auch noch zu weiteren Nachteilen. Die Würze kann man nicht klar von den Trebern läutern, und man kann sie auch nicht restlos abziehen, da sich die Treber zusammenziehen. Es entstehen Zeit- und Materialverluste. Die Biere im Keller klären schlecht und stoßen ab durch ihren Rohgeschmack. Diese Erkenntnis zwingt, das Malz auf der Tenne so zu führen, und so lange liegen zu lassen, bis es die erforderliche gute Lösung angenommen hat. K u r z g e m ä l z t e s M a l z i s t s c h l e c h t e s M a l z.

Andererseits soll auch das Malz nicht zu lang wachsen, nicht nur der starken Substanzverluste wegen, sondern auch weil die Biere des vollen Geschmacks entbehren. Der bessere Würzelauf und die bessere Klärung des Bieres im Keller wiegen diesen Nachteil nicht auf.

Daß aus Malzen mit langem Blattkeim, einem Blattkeim, welcher fast Kornlänge erreicht, ausgezeichnete Biere hergestellt werden können, hebt B a l l i n g an einer Stelle ganz besonders hervor. Bedingung ist indes, daß diese lange Blattkeimentwicklung durch kalte Haufenführung erreicht wird. Ganz besonders bemerkenswert ist aber die Angabe B a l l i n g s, daß eine Brauerei, welche ständig so arbeitete, nicht nur wegen ihres hervorragenden Bieres ausgezeichneten Ruf genieße, sondern auch wegen der Hefe, die als Stellhefe von anderen Brauereien gern benutzt würde, da sie bei der Gärung gerinne, d. h. einen ausgezeichneten Bruch liefere, obgleich sie eine obergärige sei.

f) Das Schwelken

Die Bedeutung der S c h w e l k e für die Herbeiführung bzw. Vollendung der Auflösung findet in der älteren Literatur stark unterstrichene Betonung. P a u p i e z. B. rückt diese Bedeutung besonders in den Vordergrund. Für ihn und die damalige Zeit ¹⁾ galt als Kriterium für die Beendigung der Tennenführung eine ausgeglichene Wurzelkeimbildung und eine Ausdehnung des Volumens des Keimgutes um $\frac{1}{8}$ über das Gerstenvolumen. Die Notwendigkeit, daß damit zugleich eine angemessene Lösung des Korninnern eingetreten sein muß, bestand für ihn nicht. Dies einzuholen, blieb der Behandlung auf der Schwelke vorbehalten, selbst wenn Tage, was allermeist der Fall war, nötig waren, bis das Grünmalz, dünn ausgebreitet und täglich mehrmals gewendet, unter dem reichlichen Zutritt von Luft die angestrebte mehlig trockene Lösung angenommen hatte.

Auch nach M u n t z (1836) ist das Schwelken vorteilhaft, aber nicht notwendig, da es dem Darren einen Teil der Arbeit abnimmt, welche kostenlos durch die Luft erfolgt, und Lockerung, Lösung und Mürbheit des Malzes erhöht. Dünnes Ausbreiten, oftmaliges Wenden ist allerdings dabei erforderlich. Notwendig ist indes die Schwelke für die Herstellung von Luftmalz, d. h. Malz, welches eben nur durch Schwelken trocken, — lufttrocken — gemacht wird, und zur Herstellung verschiedener, und zwar ganz lichter Biere (Weißbiere) diene.

Das Ziel des sorgsamen Mälzers war ebenso wie jetzt g l e i c h m ä ß i g e und g u t e L ö s u n g. Als Prüfstein gibt P a u p i e einesteils das Maßgewicht, anderenteils die Schwimmethode an. Eine meisterlich geführte Gerste soll als Malz mit Wasser verrührt nicht mehr wie 1—2% Körner zu Boden fallen lassen, mit allen übrigen Körnern

¹⁾ 1800—1820.

aber oben schwimmen, und im Maßgewicht sich zu Gerste wie 50 : 70 verhalten, was bedeuten würde, daß z. B. eine Gerste mit einem Hektolitergewicht von etwa 70 kg ein Malz mit einem Hektolitergewicht von 50 liefern soll. Dabei soll sie aber nicht übermälzt sein, d. h. in ihrer Blattkeimentwicklung nicht die Grenzen überschreiten, die auch jetzt noch gelten.

3. Lage, Bau und Leistung der Tenne

Die Auffassung galt allgemein, daß die Tenne tunlichst in die Erde gelegt werden solle. Sie sollte auch so tief liegen, daß ihr die Vorteile der von bestimmter Tiefe an vorhandenen Gleichmäßigkeit der Erdwärme zugutekommen. Andererseits sollte aber wieder dem Gesichtspunkt Rechnung getragen werden, daß sie der Erdwärme als solcher nicht zu sehr unterliegt, damit die Haufen am Fußboden auch abgekühlt werden. Erfahrungsgemäß legte man sie deshalb 1,5—2 m unter die Erde, womit man beides, den Vorteil der Gleichmäßigkeit wie den einer entsprechenden Höhe der Bodentemperatur am besten ausnutzt, und damit die denkbar günstigsten Bedingungen für das Wachstum schafft, zumal die Kellerluft immer eine verhältnismäßig hohe Feuchtigkeit besitzt.

Die Tennen pflegte man nur mäßig hoch anzulegen und zu wölben. Bis zum Scheitel maßen sie 2,5—3 m.

Besondere Sorgfalt wurde der Anlage des Fußbodens gewidmet. Früh erkannte man schon, daß derselbe glatt, fest, gleichmäßig, aber nicht von wasseraufsaugender Beschaffenheit, dagegen gleichmäßig in dem Temperatúraustauschvermögen sein muß. Da solcher Untergrund indes nur selten im natürlichen Zustand vorkommt, mußte er künstlich geschaffen werden. Als Unterlage für den Tennenboden wählte man eine 1—2 Fuß starke Schicht von Ton (Lehm), oder auch von grobem Kies, und legte darauf Platten aus Kalkstein bzw. Kalkschiefer (Solnhöfer oder Kehlheimer Platten), welche sich durch ihr äußerst geringes Wasseraufnahmevermögen als besonders gut geeignet erwiesen hatten. Sie finden sich auch heutzutage noch verschiedentlich in den Mälzereien, und erfüllen diesbezüglich in vollstem Maße ihre Aufgabe. Neben ihnen verwandte man auch Kunstbasalt, Zementplatten u. a. Mehr und mehr mußten indes alle diese Platten dem reinen Zementbelag weichen. Die Fugen zwischen den Platten bilden nicht nur unerwünschte, sondern direkt nachteilige Vertiefungen, welche teils das restlose Mitnehmen der Körner beim Widern verhindern können, teils aber die Reinigung des Fußbodens erschweren. Diese Nachteile werden durch den einheitlichen glatten Zementfußboden aufgehoben.

Vereinzelte haben es selbst neuzeitliche Mälzereianlagen, von der Auffassung geleitet, daß die Erdtenne in ihrer Eignung durch oberirdische Tennen nicht ersetzt werden könne, vermieden, oberirdische Tennen anzulegen, vielmehr den gesamten Tennenraum in die Erde gelegt. Im

übrigen hat sich doch ein großer, wenn nicht der größte Teil der Mälzereien diesem extremen Standpunkt nicht zugewandt, und Tennen auch oberirdisch angelegt. Teils in 2, teils in 3 Stockwerken übereinander. Je nach den Verhältnissen pflegte man die mittlere Tenne halb in die Erde, und die unterste Tenne völlig in die Erde oder nur die unterste in die Erde, die anderen über die Erde zu legen. Ganz neuzeitliche Anlagen führen auch noch mehr Stockwerke übereinander, bedienen sich aber dann zur Abwehr der Wärmeeinstrahlung bei höheren Außentemperaturen künstlicher Kühlung.

Die Höhenmaße der Tennen sollen zweckmäßigerweise über gewisse Grenzen nicht hinausgehen. Die über dem Haufen stehende Luftschicht soll nicht zu hoch sein. Sie nimmt zu viel Feuchtigkeit auf, die dem Haufen entzogen wird. Der Sättigungsgrad wird spät erreicht, viel Feuchtigkeit geht auf diese Weise dem Haufen verloren. Niedrigere Tennen sind angemessener. Die Luftmasse als solche ist geringer; ihr Wasseraufnahmevermögen kleiner, der Haufen bleibt frischer. So soll man denn die Tennen nicht über 3 m hoch bauen, wie es auch gewöhnlich geschieht.

Fenster, bzw. besondere Be- und Entlüftungsanlagen müssen in geeigneter Weise angeordnet sein, um die in großen Mengen erzeugte Atmungskohlensäure zu entfernen, Frischluft nach Bedarf zuzuführen, die sowohl für die Atmung, Keim- und Enzyymbildung unentbehrlich ist, die außerdem aber auch das Vorbeugungsmittel für die Schimmelbildung an den Wänden sein soll.

Den Tennenraum stattet man nur mit verhältnismäßig kleinen Fenstern aus, sucht auch den Zutritt von grellem Tageslicht abzuhalten. Man wählt dazu entweder Holzläden, oder Anstrich mit blauer Farbe auch wohl mit Kalk.

Über die Gründe für möglichst weitgehende Abspernung des Tageslichtes ist viel diskutiert worden. Wissenschaftliche Untersuchungen hat man angestellt, um Aufschluß darüber zu erhalten, wie Licht und Dunkelheit, rote und blaue Strahlen auf Keimenergie und Enzyymbildung wirken¹⁾. Richtige Aufschlüsse haben sie aber nicht

¹⁾ Gegen Licht, Dunkelheit, Temperaturwechsel verhalten sich die verschiedenen Samen verschieden. Manche keimen nur im Dunkeln, manche im Dunkeln überhaupt nicht, manche erfahren durch Licht Verzögerungen, unter Umständen direkte Vernichtung, manche eine Förderung und bei manchen wird die Belichtung eine direkte Notwendigkeit zur Keimung.

Manche Samen, die im Dunkeln gut keimen, werden durch Bestrahlung zur Keimung im Dunkeln unfähig gemacht (lichtharte Samen, Kinzel). Durch Anstechen und Temperaturwechsel läßt sich dann die Keimfähigkeit wieder wecken (Kinzel, Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Jahrg. 1927, S. 269). Samen, die in der Dunkelheit schlechter keimen als bei Licht, nennt man Lichtkeimer. Die hohe Empfindlichkeit gegen Dunkelheit kann namentlich im 1. Stadium der Keimung auftreten. Die schädigende Wirkung der Dunkelheit kann unter Umständen zur vollständigen Verhinderung der Keimung

gebracht. Dem einen sein Für stand dem anderen seinem Gegen gegenüber. Hier dürften als ein wertvoller Beitrag die Untersuchungen von Schütt¹⁾ Beachtung finden, welcher Malz einesteils im vollen Tageslicht, anderenteils im Dunkeln wachsen ließ, und aus den Bestimmungen der durch Veratmung gebildeten Kohlensäure feststellte, daß ein irgendwie beachtlicher Unterschied nicht vorhanden war. Was sich an stärkerer Veratmung unter Einwirkung des vollen Tageslichtes ergab, war von noch geringerer Bedeutung, als die Erhöhung der Keimtemperatur um 1° C. Schütt's Feststellungen besagen, daß bei Belichtung der Tenne eine verstärkte Atmung bzw. ein erhöhter Stärkeverbrauch, und damit eine Erhöhung des Schwandes durch Atmung nicht anzunehmen ist.

Wenn alter Gepflogenheit gemäß daran festgehalten wird, die Tennen gegen das Tageslicht zu schützen, so dürfte der Grund dafür in folgendem zu suchen sein. Fenster bilden nur einen schwachen Schutz bzw. keinen Schutz gegen Wärme- und Kälteeinstrahlungen. Dicke Mauern wirken besser. Die Tennen sollen aber der schwankenden Außentemperatur möglichst wenig ausgesetzt sein. Fenster verhindern das nicht. Um indes das Tageslicht in Bedarfsfällen, wie Haufenarbeiten, Abräumen, Tennenwaschen, Ausweichen u. a. nicht zu entbehren, sind Fenster in gewissem Ausmaß erforderlich. Auch als einfachstes Ventilationsmittel sind sie nicht entbehrlich.

führen, wenn z. B. dabei hohe Temperatur (20—35° C) herrscht; während niedrige Temperatur (5—10° C) die Schädlichkeit aufhebt. Die Keimungsunfähigkeit bei Dunkelheit läßt sich durch Belichtung unter Umständen wieder aufheben, ist bei gewissen Samen aber nicht damit zu beseitigen. Kurze Belichtung, besonders in der ersten Zeit der Keimung bringt eine Erhöhung der Keimfähigkeit im Dunkeln hervor.

Die meisten lichtkeimenden Samen werden durch Dunkelheit nicht geschädigt, wenn auch in ihrer Keimfähigkeit verlangsamt.

Blaues Licht wirkt bei manchen Samen vollständig keimungshindernd; also stärker schädigend als Dunkelheit. Hellblau wirkt vielfach wieder anders als Dunkelblau. Während Dunkelblau bei Lichtsamen schädigt, übt Hellblau unter Umständen eine günstige Wirkung aus (Kinzel, Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Jahrg. 1909, S. 536). Lichtharte (lichtmüde) Samen verhalten sich wie hartschalige.

Als Ursache der Keimungshemmungen bei manchen Samen durch Einwirkung von Licht, nimmt man Stoffe an, welche aus der Samenschale durch Wasser herausgelöst werden. Die Bildung dieser Hemmungskörper erfolgt im Dunkeln in den Samenschalen. Licht wirkt ihrer Bildung entgegen; Licht ist es aber auch wieder, welches erst diese Körper wirksam werden läßt, die vielleicht als photokatalytische Stoffe anzusehen sind. (Hesse, Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Jahrg. 1923, S. 316; Peters, Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Jahrg. 1924, S. 381). Die Hemmungswirkung läßt sich demonstrieren, wenn die Abspülung im Hellen vorgenommen wird und der Keimversuch im Licht erfolgt, während Hemmung in der Keimung ausbleibt, wenn Abspülungen im Dunkeln gemacht werden, und die Keimung im Dunkeln erfolgt.

¹⁾ Schütt, Wochenschrift f. Brauerei 1887, S. 674.

Gegen Einstrahlungen von Wärme und Kälte sucht man in Holzläden einen angemessenen Schutz.

Die Wahl von Blauanstrich entspringt der Absicht, nur die blauen, aber keine Wärmestrahlen durchzulassen. Die statt mit blauer Farbe verschiedentlich mit Kalk gestrichenen Fenster erfüllen diese Forderung des Wärme- bzw. Kälteschutzes bis zu einem gewissen Maße ebenfalls. Irgendwie feststellbare Bedeutung für das Wachstum unter den für die Tennenarbeit in Betracht kommenden Verhältnissen ist der Lichtabspernung nicht beizumessen.

In einer anderen Hinsicht kann indes reichlicher Lichtzutritt erkennbare Wirkung auslösen. Der Blattkeim reagiert auf Lichtstrahlen anders als die Wurzelkeime. Im frühen Stadium beginnt schon die Chlorophyllbildung und die Entwicklung eines grünen Farbstoffes. Noch unter dem Schutz der Spelzen geht die Chlorophyllbildung schon vonstatten, die sich zwar in der grünen Verfärbung der Keimlinge noch nicht zu äußern braucht, aber bei der Digestion der Blattkeime mit Wasser in der Form grünlicher Würzen zum Ausdruck kommt ¹⁾.

Was die leistungsmäßige Beanspruchung der Tenne anbetrifft, so steht das Verhältnis von T e n n e n g r ö ß e zu L e i s t u n g s f ä h i g k e i t einerseits in Beziehung zu der Wachstumszeit, Höhe der Haufenführung und Dauer des Mälzungsjahres, andererseits zu der Leistungsfähigkeit der Darre.

Die alten Literaturangaben besagen, daß für die Vermälzung von 100 kg Gerste etwa 3,4—3,6 qm ²⁾ benötigt werden. Im allgemeinen haben diese Zahlen auch zur Jetztzeit noch annähernd Gültigkeit. Da sich indes die Auffassung mehr und mehr dahin geneigt hat, die Haufen tunlichst dünn zu führen, und auf Höhenmaße herunterzugehen, welche ein Ausbreiten auf 6—7 cm gestatten, so ist der Bedarf an Tennenraum etwas höher anzusetzen, und sollte, um die nötige Bewegungsfreiheit in der Haufenführung zu gestatten, um 3,6—4 qm auf 100 kg Gerste bemessen werden.

Dieses Verhältnis zugrunde gelegt wird sich dann, unter der weiteren Zugrundelegung einer vollen 8 täglichen Wachstumszeit, die gesamte be-

¹⁾ Bekanntlich geben lichte Malze unter Umständen grünliche Würzen. Ja manchen Bieren soll absichtlich ein solcher grünlicher Farbeneinschlag gegeben werden. Ich möchte annehmen, daß sich dieses am ehesten erreichen läßt, wenn man der Malztenne größere Helligkeit gibt, und durch stärkere Lichtwirkung auf den Keimling Erzeugung von Chlorophyll anregt, dann aber auch die Zuckerbildung im Endosperm zurückhält. Zucker begünstigt Röstung und Zufärbung. Wenn der grünliche Ton nur bei ganz lichten Würzen bzw. Bieren zu beobachten ist, nicht aber bei anderen, so hat das darin seinen Grund, daß er durch die beim Darren entstehenden dunkleren Farben überdeckt wird.

Daß die Keimlinge aus dunklem Malz, sofern sie nicht verbrannt sind, auch die grüne Farbe enthalten, läßt sich wieder durch gesonderte Digestion der Keimlinge erweisen.

²⁾ Hei ß, Die Bierbrauerei 1853, S. 348—351.

nötigte Tennenfläche für jede beliebige Menge zu vermälzender Gerste errechnen lassen¹⁾).

B. Die neueren Auffassungen und Methoden

1. Falsche Wege beim Mälzen

a) Forcieren, Spritzen, Überlösen

Die alten Mälzungsgrundsätze wurden in der Folgezeit nicht immer und in der ihnen früher beigemessenen Sorgfalt befolgt. Teils waren sie vergessen, teils wurden sie als überholt angesehen, teils auch aus Gründen beiseite geschoben, die unter veränderten wirtschaftlichen Verhältnissen entstanden waren. Vielen wurde es unbekannt, wie die Alten die Haufen führten, und welche Richtlinien befolgt werden mußten, um bestes Malz herzustellen. Fremd war manchem Mälzer geworden, daß es darauf ankommt, das Weichgut möglichst schnell trocken zu machen, in ruhigem, möglichst gleichmäßigem, nicht überstürztem Wachstum Wurzel- und Blattkeimbildung zu erzwingen, das Vorauseilen der Wurzeln vor dem Blattkeim in gebührenden Schranken zu halten, die Haufen dünn und kühl zu führen, den übermäßigen Verzehr an Kornsubstanz durch Bildung übermäßig langen Wurzelgewächses zu verhindern, und als Endziel eine gleichmäßig sich vollziehende und trockene Lösung anzustreben. Das galt als höchste Mälzungskunst schon vor 130 Jahren.

Diese Sorgfalt der Alten glaubte man hie und da entbehren zu können, und so schlichen sich allmählich Gepflogenheiten ein, durch deren Gebrauch Malz entstand, bei dessen Verarbeitung Anstände verschiedenster Art zu machen waren. Teils war es zu kurz gewachsen und nicht genügend gelöst und man erhob den Vorwurf, daß auf Gewicht gemälzt worden sei. Teils war es „forciert“; teils auch zu lang gewachsen und überlöst.

Würde bei einem k u r z g e f ü h r t e n M a l z die kurze Führung den erforderlichen Lösungsgrad nicht ausschließen, und wäre bei entsprechender Führung noch entsprechend lockeres, mürbes Malz gewonnen, läge zu Beanstandungen keine Veranlassung vor. Wird aber auf kurzes Gewächs gearbeitet, und dabei der Mälzungs Vorgang zeitiger beendet als der notwendige Lösungsgrad erreicht ist, muß mit vollem Recht Bean-

¹⁾ Beispiel: Verarbeitungsfähigkeit von 60 000 dz in 8 Monaten. Keimdauer 8 Tage.

In 8 Monaten = 240 Tage wird die Tennenfläche 30 mal (240: 8) belegt. Für 100 kg werden (Mittel zwischen 3,6 und 4 qm) 3,8 qm Fläche benötigt. Gemäß der Formel $\frac{60\,000 \cdot 3,8}{30}$ errechnet sich eine Tennenfläche von 7 600 qm.

Hierbei kann schon als berücksichtigt gelten, daß im Winter die Haufen etwas dicker geführt werden können bzw. müssen, und daß pro Tenneneinheit eine größere Gerstenmenge vermälzt werden kann, daß dagegen zur wärmeren Zeit bei möglichster Dünnführung die Leistung geringer ist.

standung erfolgen. Die Schwierigkeiten beginnen im Sudhaus, und setzen sich über die Gärung bis zum Lagerkeller, und selbst bis zum Kundschaftsbier fort. Wenn auch möglicherweise die Verzuckerung unbeeinflußt bleibt, so geht doch die Läuterung langsamer, die Würze läuft auch nicht klar, das Aussüßen der Treber wird erschwert, feuriger Bruch ist nicht zu erzielen. Für die Ernährung der Hefe bietet die Würze nicht die erforderliche günstige Zusammensetzung. Das Bier beim Schlauchen ist hefereich, die Hefe im Bier staubig verteilt, die Satzhefe liegt lose. Die Klärung im Lagerkeller erleidet Verzögerung, und ist selbst bei langer Lagerung nicht ausreichend. Selbst Späne, mit denen früher allgemein gearbeitet wurde, schaffen die erforderliche Glanzfeinheit nicht. Auch in der späteren Zeit, als in dem Bierfilter das vollkommenste Klärungsmittel entstand, war es vielfach nicht möglich, den in der Mälzerei begangenen Fehler wettzumachen.

a) Forcieren

Beim *Forcieren* pflegte man nun anders zu verfahren. Es waren auch andere Gesichtspunkte, die zu dieser Methode führten, bzw. zwangen. Nicht die Rücksicht, wie bei der Arbeit auf kurzes Gewächs, hohe Malzausbeuten unter Vernachlässigung der Lösung zu erreichen, war die Triebkraft, sondern der Zwang, in verhältnismäßig kurzer Keimdauer Malz von ausreichender Lösung zu erzeugen. Konnte diese nicht unter der erforderlichen vorsichtigen und kühlen Haufenführung erreicht werden, so mußte man durch besondere Mittel nachhelfen.

Das Forcieren entsprang falschen Arbeitsrichtungen. Schon in der Weiche setzte die falsche Behandlung ein. Meistens war schon zu stark geweicht worden. Dann übertrug sich die falsche Behandlung auf die Naßhaufen. Man legte sie zu hoch, ließ sie auch zu lange liegen; sie trockneten zu langsam ab; es entstand eine lange tote Periode, ehe das Korn zu spitzen begann. Nicht selten, daß darüber $1\frac{1}{2}$ Tage und mehr verstrichen, die der eigentlichen Wachstumszeit verloren gingen. Die Wasserschicht, die die Körner im Naßhaufen noch umschließt, isoliert sie gegen die Luft, und hält den zum Keimen notwendigen Zutritt von Sauerstoff ab. Sie muß entfernt werden, damit der Weg für die Luft frei wird. Schnelle Trocknung ist darum ein Haupterfordernis, um die tote Periode abzukürzen, und das Korn in kurzer Zeit zum Spitzen zu bringen.

Dehnt sich die tote Periode, das Vorstadium der Keimung, lange aus, so ist die alleinige Folge aber nicht nur das verspätete Ankeimen, sondern eine bald darauf mit lebhafter Kraft einsetzende Gegenreaktion gegen die Hemmungen, welche das Ankeimen zurückhielten. Hemmend kann aber je nachdem Überweiche allein, oder in Verbindung damit Sauerstoffmangel, oder aber auch letzterer allein sein. Die Atmung, so lange unterdrückt, beschleunigt sich, wird stärker und immer stärker,

Kohlensäure und Wasser werden in schneller Umwandlung ausgestoßen. Der Haufen schwitzt, und wird zugleich unter der Wirkung der verstärkten Atmung warm. Legt man ihn dünn und kühlt ihn aus, so reicht die zur Verfügung stehende Zeitperiode nicht aus, um das Korn zur Lösung zu bringen, wie es beabsichtigt ist. Man muß ihn wärmer führen, um die Gewächsbildung zu beschleunigen und die Lösung zu erzielen. Schließlich läßt man ihn in den letzten Tagen liegen, damit er im Zustand der Ruhe, durch stärkere Streckung des Blattkeimgewächses, wobei allerdings auch die Wurzeln sich mitstrecken, das Versäumte nachholt. Der Haufen greift je nach Erfordern ein- oder auch zweimal, oder noch öfter. Die Warmführung, vor allem in der Phase des Junghaufens, läßt nicht nur die Wurzeln schneller als den Blattkeim zur Entwicklung kommen, sondern veranlaßt auch die Bildung von an Länge und Zahl überreichlichen Wurzeln. Die Blattkeimentwicklung nachzuholen, ist dann der Zweck des Greifenlassens. Es wird forciert, ohne besonders mit Spritzen stark nachzuhelfen.

b) Spritzen

Unter Benutzung einer anderen Methode wurde das Forcieren noch weit stärker übertrieben. Das *S p r i t z e n* war hierbei das wesentlichste Hilfsmittel. Bei mäßiger Weiche unter Umständen wurde früh auf der Tenne schon dem keimenden Korn in kurzen Intervallen durch Spritzen Wasser zugeführt. Es entstand ein sogen. „geiles“ Gewächs, welches lang, aber substanzleer war. Schnell trieb auch der Blattkeim vor; schnell folgte die Lösung, die aber vollständig der lockeren, trockenen Beschaffenheit ermangelte. Enzyme waren reichlich gebildet, aber auch das Eiweiß zu weitgehend abgebaut. Schaumkräftige Biere waren damit bei einer Keimdauer von $3\frac{1}{2}$ —5 Tagen, in der die Tennenarbeit durchgeführt wurde, wie u. a. B a u e r ¹⁾ und R e i n k e ²⁾ schildern, nicht herzustellen.

Das Spritzen wurde schon von den alten Mälzern als falsch verurteilt und verpönt. Griff man aber dazu, so erfolgte es zur Zeit des Junghaufenstadiums, und man vermied es, in Erkenntnis der noch schädlicheren Wirkung, dem Haufen in den letzten beiden Tagen Wasser zu geben. Das Korn vermag dann nicht mehr das aufgesaugte Wasser zu verdunsten, und sich mit Luftkanälen zu durchsetzen. Beim Darren wird die weiche Masse hart; es entsteht Hart-, aber kein Mürbmalz.

Die Zuführung von Wasser ist ganz besonders geeignet, gleich wie etwa die Warmweiche, den Blattkeim frühzeitig stark vorzutreiben, dabei aber auch das Wurzelwachstum zu beschleunigen. Der Blattkeimentwicklung kommt das Spritzen mehr zugute. Die geil gewachsenen

¹⁾ J. B a u e r, Zeitschrift f. ges. Brauwesen 1896, S. 517.

²⁾ O. R e i n k e, Wochenschrift f. Brauerei 1897, S. 566.

Wurzeln nehmen aber trotz des zugeführten Wassers bald Neigung zum Welken an, so daß der Haufen nur schwierig zum Greifen zu bringen ist, wenn die Absicht dazu bestehen sollte. Wie das Forcieren sich auch auswirkt, es bedeutet keine Schonung, sondern einen Raubbau an der Substanz.

c) Überlösen

In gleicher Weise ungünstig im Endeffekt äußert sich auch die Verarbeitung von Malz, welches ohne Verwendung von Forciermethoden in einem langen Mälzungsverfahren auf denkbar weiteste Auflösung hin vermälzt ist. Vorbildlich hierfür war und ist auch noch die Mälzungsart, wie sie in England von jeher angewandt wurde, und auch noch wird. Das Ziel ist, dem Korn denkbar weitgehendste Lösung und denkbar mürbste Beschaffenheit zu geben, es bis in die Spitzen zu lockern. Forcierung, Anwendung von besonderen Anregungsmethoden bleibt aber ausgeschlossen. Lange Keimdauer allein sollte das Mittel sein, um das Ziel zu erreichen. Dabei folgte man aber der englischen Methode nicht bis zu ihrer äußersten Konsequenz. Eine 12—13tägige Tennenführung, wie es englische Art war, und noch ist, strebte man nicht an, sondern begnügte sich mit einer 10tägigen, höchstens, daß man sie auf 11 Tage ausdehnte. Das genügte aber schon, um mit dieser erheblichen Verlängerung der Keimzeit gegenüber der normalen, bei uns sonst üblichen Tennenzeit von durchschnittlich 7 Tagen, ein Malz zu gewinnen, welches infolge seiner zu weit getriebenen Lösung für die Herstellung von Lagerbier ungeeignet ist. Als „überlöstes“ Malz läßt es sich im Sudhaus leicht und glatt verarbeiten. Einem zu weitgehenden Abbau im Eiweiß ausgesetzt, liefert es aber Biere, welche an hochmolekularen, schaumhaltigen Abbaustoffen Mangel leiden. Das „überlöste“ Malz wird damit ein schlechtes Braumalz.

Bei allen diesen Arbeitsmethoden war es nur natürlich, daß der Mälzungs Vorgang mit einem verhältnismäßig großen Kornsubstanzverbrauch verbunden war. Das längere und reichlichere Wurzelgewächs, die längere Tennenführung mit ihrer verlängerten Atmungszeit sind Faktoren, welche eine wesentliche Schwanderhöhung bedeuten können, und auch bedeuten. Dazu kam ein drittes Moment.

Es war das die Übertreibung in der Häufigkeit des Häufens widerns, und in der Art des Widerns selbst. Suchte man durch „Spritzen“ den Auflösungsvorgang zu beschleunigen, wobei primär eine starke Gewächsbildung vorhanden sein mußte, die wiederum mit verstärkter Atmung vorhanden ist, so wandte man häufiges Widern an, wenn man die Entwicklung der Wurzeln vor allem zurückhalten, aber auch die des Blattkeimes in Schranken halten wollte. Mit der Schaufel wurde das Malz nicht vorsichtig umgelegt, sondern durch die Luft geworfen. Das brachte zwar momentan eine Abkühlung, gab aber andererseits

durch die allseitige Berührung mit der Luft eine verstärkte Anregung für den Atmungsvorgang. Auch das bedeutet einen starken Eingriff in die Kornsubstanz und erhöhten Substanzverzehr.

Wollte man nun aber annehmen, daß das Mälzen allgemein sich in diesen Formen vollzog, so muß das, meines Erachtens nach, als eine nicht zutreffende Auffassung angesehen werden. Aus eigener Erfahrung, und durch weitgehenden Einblick in die Arbeit von Mälzereien, namentlich auch Handelsmälzereien, stellte ich fest, daß sie sich nicht nach dieser oder jener Richtung haben ziehen lassen. Hier fand sich noch die strenge Auffassung von der Notwendigkeit, vorsichtig zu weichen, den Naßhaufen zeitig zum Abtrocknen zu bringen, die Temperatur niedrig zu halten, dünn zu führen, das Wurzel- und Blattkeimgewächs in Schranken zu halten, übermäßiges Widern zu unterlassen, und die Auflösung nur so weit zu treiben, als sie erforderlich war, selbstverständlich als Ziel gute trocken-mehlige Lösung anzustreben.

d) Übertreibung des Wendens

Die vorerwähnten Mälzungsmethoden waren Entartungen, durch welche die verschiedenen Phasen, von der Verarbeitung im Sudhaus an, bis zum Verhalten des Bieres bei der Kundschaft, in dieser oder jener ungünstigen Weise beeinflußt wurden, die aber auch eine erhebliche Substanzvernichtung bei der Malzbereitung mit sich brachten.

Von dieser Erkenntnis durchdrungen, setzte nun eine Bewegung ein, die sich als Ziel steckte, einer übergebührlichen Substanzvernichtung entgegenzuarbeiten. Ein wirksames Hilfsmittel bot hierzu schon die Umgestaltung des alten Weichverfahrens und Einführung der Wechselweiche. Das in der Atmung nicht, oder wenig beschränkte Korn wurde nicht mehr einer Gegenreaktion ausgeliefert. Die Atmung konnte sich von der Weiche an gleich ungehemmt über die tote Tennenperiode fortsetzen. Die Haufen ließen sich müheloser kühl halten, ein allzu häufiges Wenden wurde überflüssig; namentlich das luftige Widern ließ sich umgehen. Die Abkühlung hierdurch zu erreichen entfiel. Trotzdem konnte man die Gewächsbildung in der Hand haben.

Das l u f t i g e W i d e r n wurde zum Teil in ü b e r t r i e b e n e m Maße geübt. Nur 4—5 Stunden ließ man den Haufen im Brechhaufen oder Jungstück liegen. Er kam gewissermaßen in diesen Perioden kaum von der Schaufel herunter. Die Auffassung, daß hier des Guten viel zu viel geschah, brach sich immer stärker Bahn. Die Vertreter der Wissenschaft (Jalowetz, Windisch u. a.) waren es, die auf diese Unwirtschaftlichkeit hinweisen, und die Richtlinien nochmals betonten, welche zur Einschränkung dieser Verluste befolgt werden müssen.

Festzuhalten war an den Fundamentalsätzen, die die Alten schon für richtig anerkannt und befolgt hatten. Unentbehrlich blieb das Wenden der Haufen. Die Atmung als Verbrennungsvorgang erzeugt Wasser

und Kohlensäure aus Zucker, und bildet Wärme. Im Haufen schlägt sich das ausgeatmete Wasser an den kühleren oberen und unteren Schichten nieder, die nun das Wasser teilweise wieder aufsaugen, während die wärmere, mittlere Schicht Wasser verliert. Die ausgeatmete Kohlensäure sammelt sich in den unteren Schichten. In den Schichten nach oben zu entweicht sie in die Luft. Die Kohlensäureatmosphäre, sobald sie einen gewissen Gehalt übersteigt, hemmt die Atmung, was vor allem die unteren Schichten, wenig oder gar nicht die oberen berührt. Die Folge ist Ungleichheit. Die wärmere Temperatur in der Mitte ist ein stärkeres Anregungsmittel für das Wachstum, als die kälteren darunter und darüber liegenden.

Alle diese Ungleichheiten müssen von Zeit zu Zeit durch Umlagern beseitigt werden. Das Wenden ist somit die dringendste Maßnahme bei der Mälzung mit. Sie auf das notwendige Maß zu beschränken, sollte nunmehr wieder, wie es die alten Mälzer schon nach ihrer Art getan haben, Allgemeingut werden. Die Forciermethoden wurden für verfehlt erklärt, die lange Tennenführung mit dem Ziel denkbar weitgehender Lösung verurteilt, das rücksichtslose oftmalige Haufenführen als unnütze und schädliche Arbeit hingestellt.

2. Das Pflügen und Ackern

Als Ersatz, bzw. Ergänzung der Malzschaufel erfand man die verschiedensten Werkzeuge. Pflüge und Krümmer mancherlei Art, Schieber dieser und jener Form — alles Hilfsmittel, mit denen man die Haufen lockerte, und auch umlagerte. Diesbezüglich waren die amerikanischen und englischen Mälzereien ¹⁾ in der Benutzung des Krümmers und Pfluges schon lange zuvor vorangegangen, ehe auf dem Festland die praktische und wirtschaftliche Bedeutung erkannt, und von diesen Hilfsmitteln Gebrauch gemacht wurde. Der Jalowetz-Pflug ²⁾ entstand, — eine Form, die den amerikanischen und englischen sehr ähnlich ist. Er entwickelte sich später zum Doppelpflug. Andere Konstruktionen folgten.

Die Praxis griff diese Ideen mit Freuden auf, und man suchte nun, jeder nach seiner Art, das eine oder das andere allein oder in Wechselwirkung, oder auch in Wechselwirkung mit der Schaufel, anzuwenden. So entstand eine Vielseitigkeit und Mannigfaltigkeit weitesten Ausmaßes, die auch bis heute noch besteht, und zu einer schablonenmäßigen Arbeit nicht abgeflacht ist, da eben jeder Mälzer aus eigener Erfahrung, und aus den jeweils vorliegenden Betriebsverhältnissen, und vor allem aus der Qualität der ihm zur Verfügung stehenden Gerste seine eigenen Arbeitsmethoden wählt.

¹⁾ J. Bauer, Zeitschrift f. ges. Brauwesen 1896, S. 667; Schilling, Jahrbuch der V. L. B. 1898, S. 106; Kleinke, Wochenschrift f. Brauerei 1899, Nr. 17; F. Schönfeld, Wochenschrift f. Brauerei 1901, S. 472.

²⁾ Jalowetz, Zeitschrift f. ges. Brauwesen 1909, S. 184.

So gibt es denn auch kein Schema für Zeit, Zahl und Art des Wendens. Gersten, welche sich leichter erhitzen, sind öfter zu wenden als solche, welche sich von Natur aus weniger erwärmen. Also eiweißreiche öfter wie eiweißarme; kleinkörnige öfter wie grobkörnige, sofern letztere nicht eiweißreich sind. Auf milden Böden gewachsene lassen sich im allgemeinen ruhiger führen, als die auf schweren gewachsenen.

Schweißbildung und Temperatur bleiben nach wie vor die Kriterien. Schweiß muß sich immer wieder bilden.

Glauben die einen Mälzer mit z. B. 14—16maligem Wenden, was wohl, wenn man vereinzelte Fälle mit noch seltenerem Wenden ausnimmt, als eine Mindestzahl angesehen werden kann, auszukommen, so halten es andere wieder für erforderlich, 20—28 mal wenden zu müssen. Wieder andere beschränken sich auf die dazwischen liegenden Wendezeiten; was, soweit ich die Verhältnisse, sowohl in Handels-, wie in Brauereimälzereien kenne, das gebräuchlichste ist.

Bezüglich der Art und Gründlichkeit der Durchmischung sind Wenden (mit Schaufel) und Pflügen nicht gleich. Das Wenden ist eher imstande, ein weitgehendes Vereinzeln und Durcheinanderwirbeln der Körner herbeizuführen. Das Pflügen dient mehr dazu, die Schichten umzulegen. Beim Werfen der Körner durch die Luft mit der Schaufel prasseln die Körner unter der Wurfwirkung auf die Unterlage und dichten sich. Schon gleich nach dem Wenden liegen sie eng aufeinander, und im dichten Haufen sammelt sich schnell wieder Wärme. Es dauert nicht lange, und der Haufen muß wieder von neuem gearbeitet werden.

Beim Pflügen werden die Schichten unter Losreißen voneinander umgelegt (Abb. 42); die Körner fallen nicht dicht zusammen, Hohlräume bilden sich, der Haufen liegt locker, und im Unterschied zu dem schaufelgewendeten hält er weder die Kohlensäure noch die Wärme fest, sondern läßt sie leicht in die umgebende Luft diffundieren. Der Haufen bleibt lange kühl. Zu dieser Überlegenheit des Pflügens gesellt sich auch noch der große arbeitersparende Vorteil, daß das Pflügen ganz erheblich weniger Zeit benötigt, als das Wenden mit der Schaufel. Es ist wirtschaftlicher.

Wenn die Aufgabe des Mälzens darin liegt, nicht nur ein Malz von verlangten Eigenschaften zu erzeugen, sondern nach Möglichkeit weitgehendste Ausgeglichenheit in Gewächs, Enzyymbildung und Lösung zu erreichen, so ist meiner Ansicht nach das eher oder vollkommener zu erreichen, nicht wenn die Haufen selten, sondern im Gegenteil oft, aber nicht übertrieben oft gewendet werden. Seltenes Wenden bedeutet stärkere Ausbildung der Unausgeglichenheit, oft es gerade die besten Mälzer, welche diesem Grundsatz folgen, und oft wenden lassen.

Sie sind es auch, welche ihren Stolz darin setzen, die Haufen in jeder Hinsicht in untadeliger Form herrichten zu lassen; in Höhe, Abgrenzung,

Lockerung, weitgehendster Krümelung usw. Knäule oder sog. Spatzen, oder gar schollenartige Verfilzungen dürfen nicht vorkommen. Best gepflegten Gartenbeeten sollen sie gleichen (Abb. 30).

Zum Wenden pflegt man sich fast allgemein der Schaufel im Wechsel mit den verschiedenen Arten von Pflügen und Auflockerern zu bedienen. Den Naßhaufen wendet man allgemein mit der Schaufel, auch schon deshalb, um ihn schnell zum Abtrocknen zu bringen. Auch den Spitzhaufen

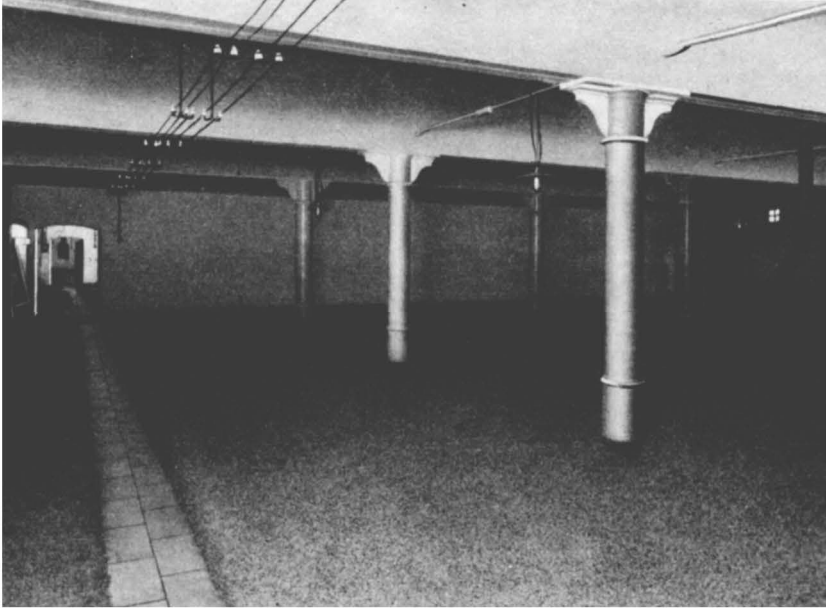


Abb. 30. Tennenhaufen (sauber gekrümelt)

pflegt man vielfach nur mit der Schaufel zu arbeiten, dann aber tritt wechselweise Pflug bzw. Krümmer oder Schieber und Schaufel in Benutzung, oder auch vereinzelt nur Pflug. Daneben gibt es aber noch Mälzer, und gute Mälzer, welche von dem Pflügen nichts wissen wollen, und an der ausschließlichen Benutzung der Schaufel festhalten. Sie möchten die Schweißbildung nicht missen, wie sie bei der Anwendung der Schaufel auftritt, im Unterschied zum Pflügen, wo sie schwächer, ja erheblich schwächer ist.

3. Die Ackergeräte

Die Wirkung des einfachen Aufreißers (Abb. 31), Dreier oder Flachschar, besteht darin, daß der Haufen schrittweise in gleicher Lage aufgenommen wird, beim Überfall über den Rand die Körner sich aber durchmischen. Er läßt sich vom Brechhaufen an über

die ganzen Phasen hinweg verwenden. Für die Bearbeitung der ersten Phasen, Brechhaufen, auch noch Junghaufen, sind die Schare steiler,

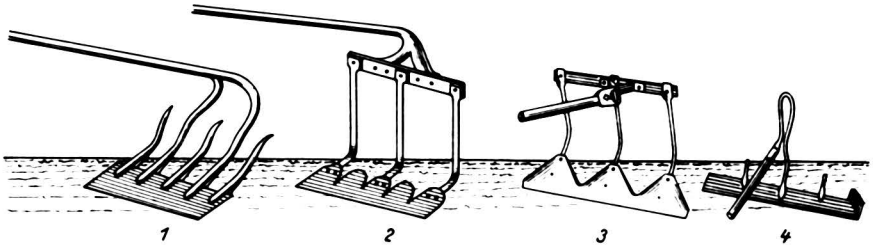


Abb. 31. Malzwendeapparate. Nr. 1. Englischer Pflug (Aufreißer). Nr. 2. Englischer Pflug (Aufreißer). Nr. 3. Dreischaar-Aufreißer. Nr. 4. Aufreißer (Wohlge muth)

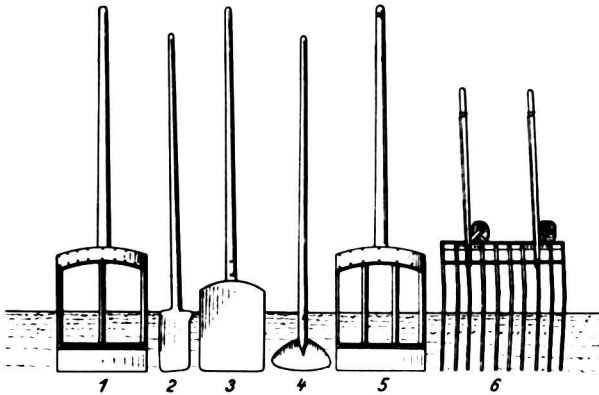


Abb. 32. Malzwendeapparate. Nr. 1. Schieber. Nr. 2. Stößer. Nr. 3. Schaufel. Nr. 4. Stößer. Nr. 5. Schieber. Nr. 6. Schüttelgabel

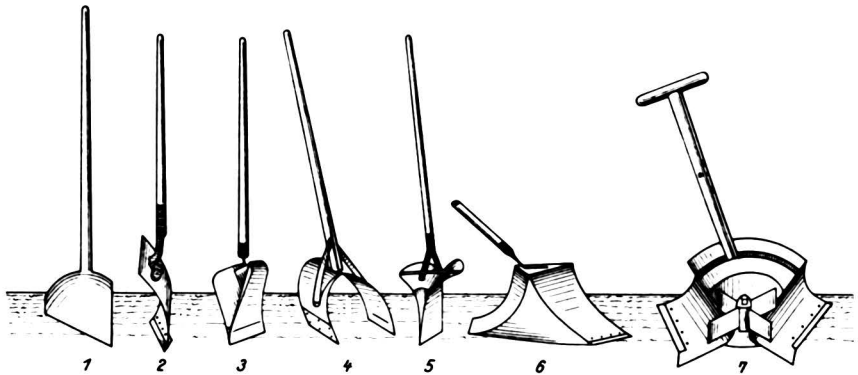


Abb. 33. Malzwendeapparate. Nr. 1. Einfacher Pflug. Nr. 2. Einfacher Pflug (Jalowetz). Nr. 3. Doppelpflug (Jalowetz). Nr. 4. Doppelpflug (Ewert). Nr. 5. Doppelpflug (Jalowetz). Nr. 6. Doppelpflug (Jalowetz). Nr. 7. Doppel(Propeller)pflug (Volland und Francke)

im späteren Zustand flacher zu stellen. Greifhaufen lassen sich nicht mit bearbeiten; die Masse schiebt sich zusammen, es sei denn, daß durch

den Stö ß er oder durch die Sch ü t t e l g a b e l zuvor eine Auflockerung erfolgt.

Der St ö ß er (Abb. 32) lockert, und kann, abgesehen von der ersten Zeit, erfolgreich in den übrigen Phasen im Wechsel mit der Schaufel benutzt werden.

Der Sch i e b e r (Abb. 32) (die durchbrochene Schaufel) eignet sich für die Auflockerung, selbst bis in die letzte Phase, wenn ruckweise vorgegangen wird, und nennenswerte Verfilzung nicht stattgefunden hat.

Der P f l u g (Abb. 33), wirft den Haufen wie ein Ackerpflug um.

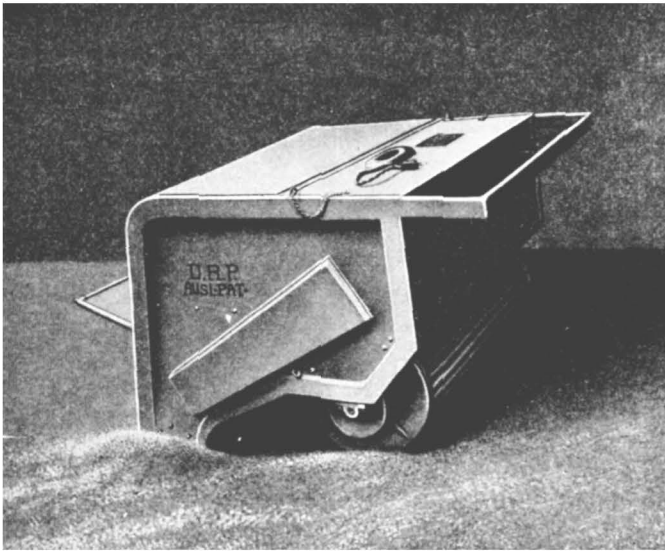


Abb. 34. Elektrischer Kleinpflug

Ein Überschlagen wie bei einer Welle findet namentlich bei dem E w e r t - Pflug statt.

Eine gute Umschichtung wird auch durch den P r o p e l l e r p f l u g erreicht. Die obere Schicht kommt dabei auf den Boden, die mittlere Schicht wird durch das Flügelrad erfaßt, und auseinander gestreut. Er verbindet Pflügen mit luftigem Widern.

Die Sch ü t t e l g a b e l (Abb. 32) dient zum Zerreißen des Greifhaufens.

Nach und nach ist man auch zur Mechanisierung der Wendearbeit übergegangen. Der elektrische Kleinpflug (Abb. 34) ist ein solches verschiedentlich benutztes Hilfsmittel. Fast noch mehr aber der auf Laufkatzen fahrbare Großwender, dessen Anwendung entsprechende bauliche Tennenanlagen voraussetzt. Die Tennen müssen



Abb. 35. Vorraum und Bodlenungsgang für 12 Tennen

im langen Viereck gebaut sein; auf Schienen, welche an zwei gegenüber liegenden Seiten entlanglaufen, wird der Wender bewegt. Bei größeren Anlagen sind die nebeneinander liegenden Tennen teils gegeneinander durch Wände abgegrenzt, teils durch niedrige Borde getrennt, über welche parallel mit ihnen die Laufschienen liegen. Den einzelnen Tennen ist dann gewöhnlich ein gemeinsamer, nach ihnen zu völlig offener Vorraum (Abb. 35) vorgelagert, um den Wender von Tenne zu Tenne zu führen.

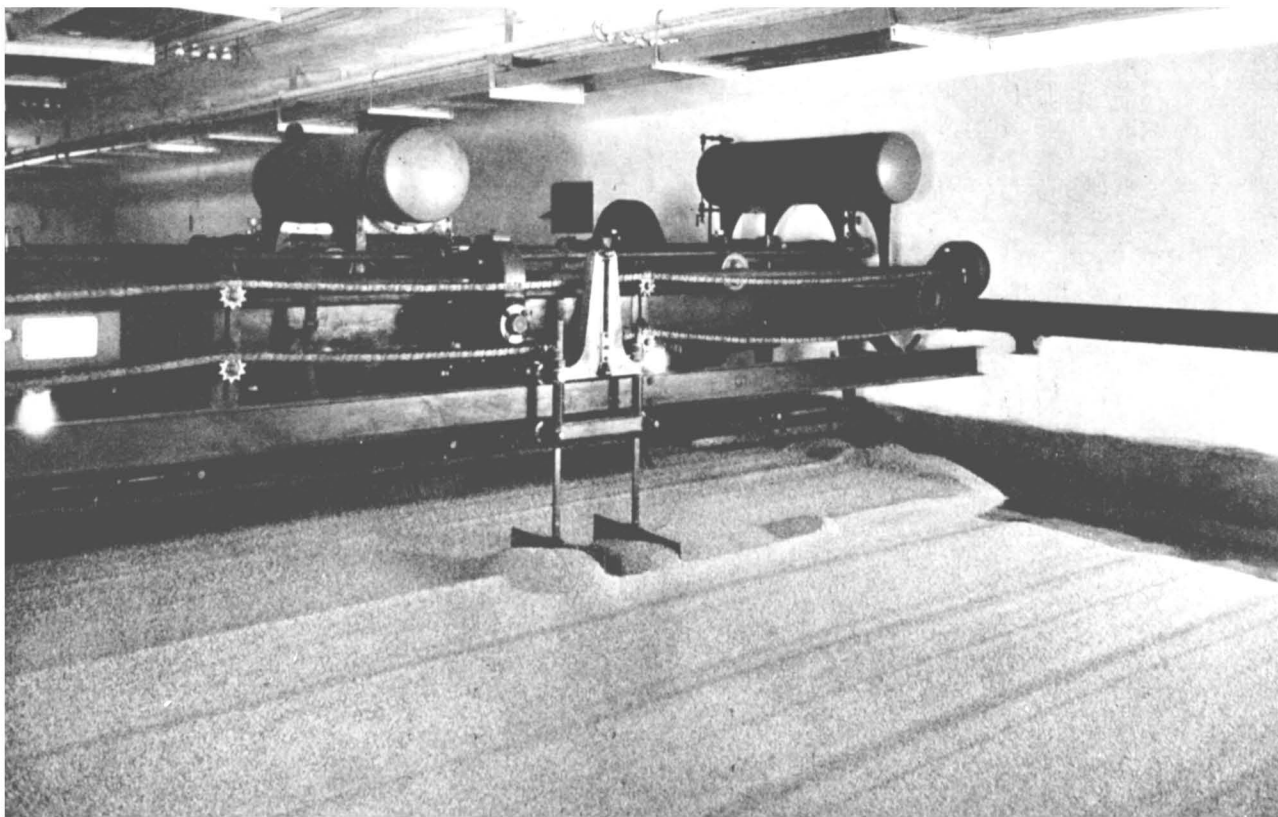


Abb. 36. Seitliches Ausbreiten der ausgewelchten Gerste auf der vollen Tennenfläche

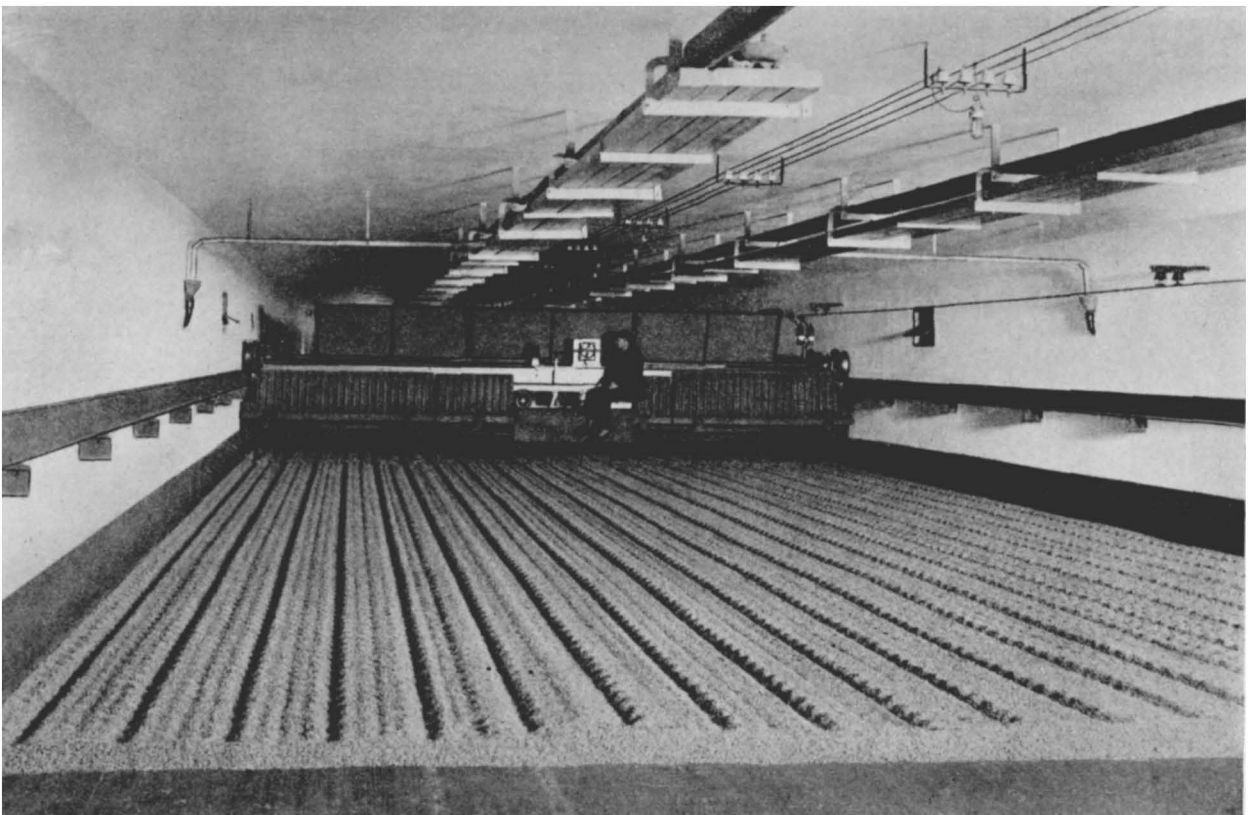


Abb. 37. Durchschleben des Grünmalzes unter Schütteln

ПОЛНОСТЬЮ
 АНАЛИЗ
 1/3

№ 47.

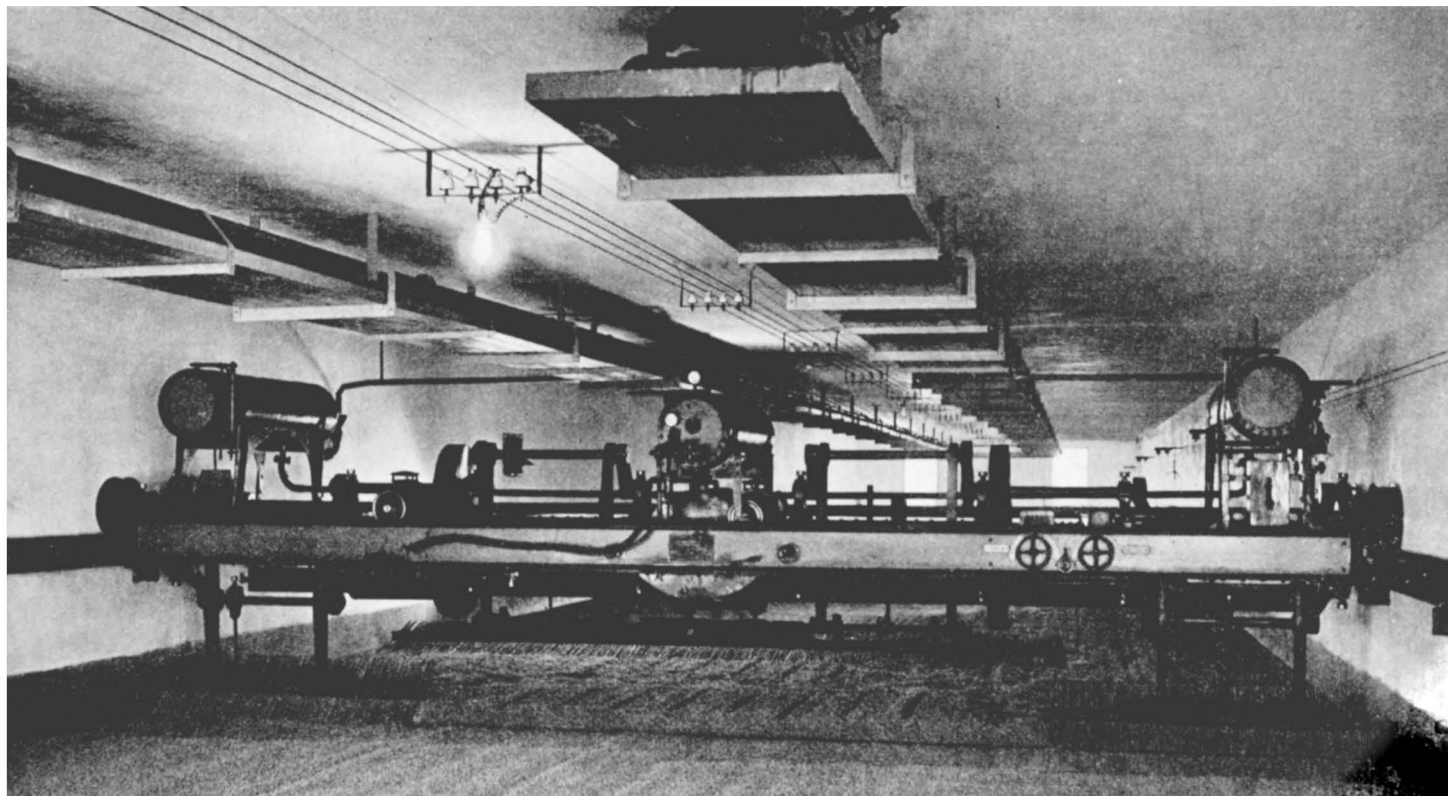


Abb. 38. Das Widern des Haufens mit der Streugabel

Labrad Pressing Co. Ltd.
LONDON
ESTD 1894
WOLFE

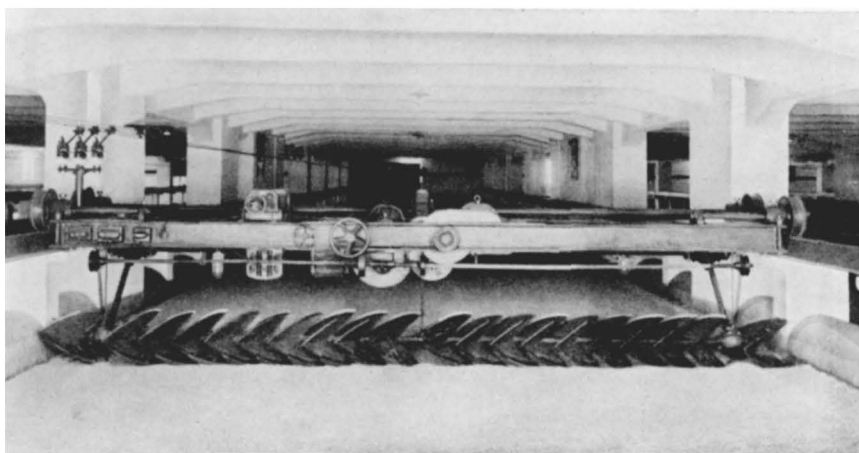


Abb. 39. Schaufelwender

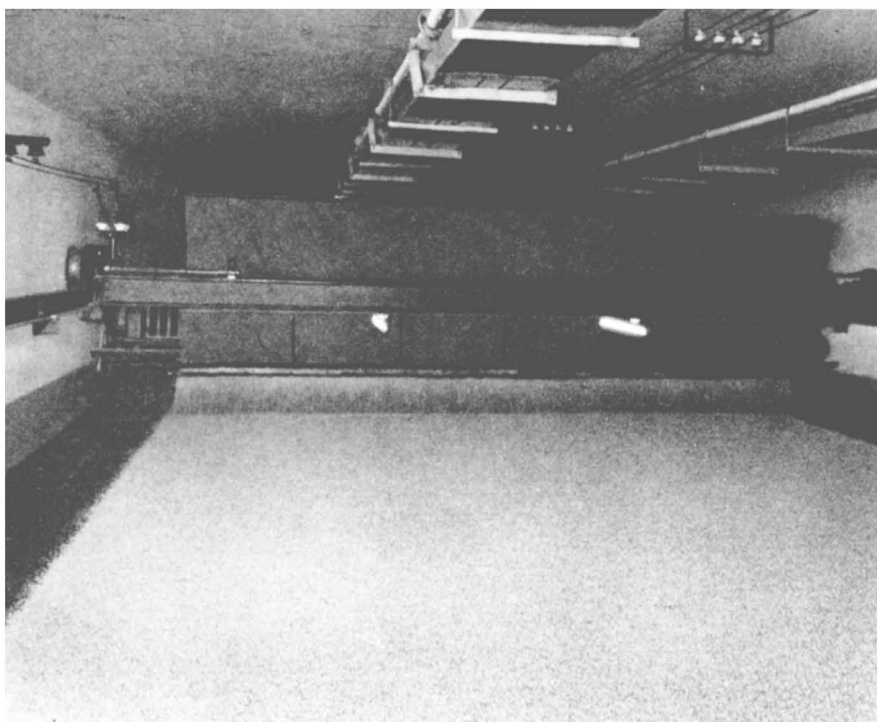


Abb. 40. Anfahren des Weichgutes auf die Tenne aus dem Ausweichwagen

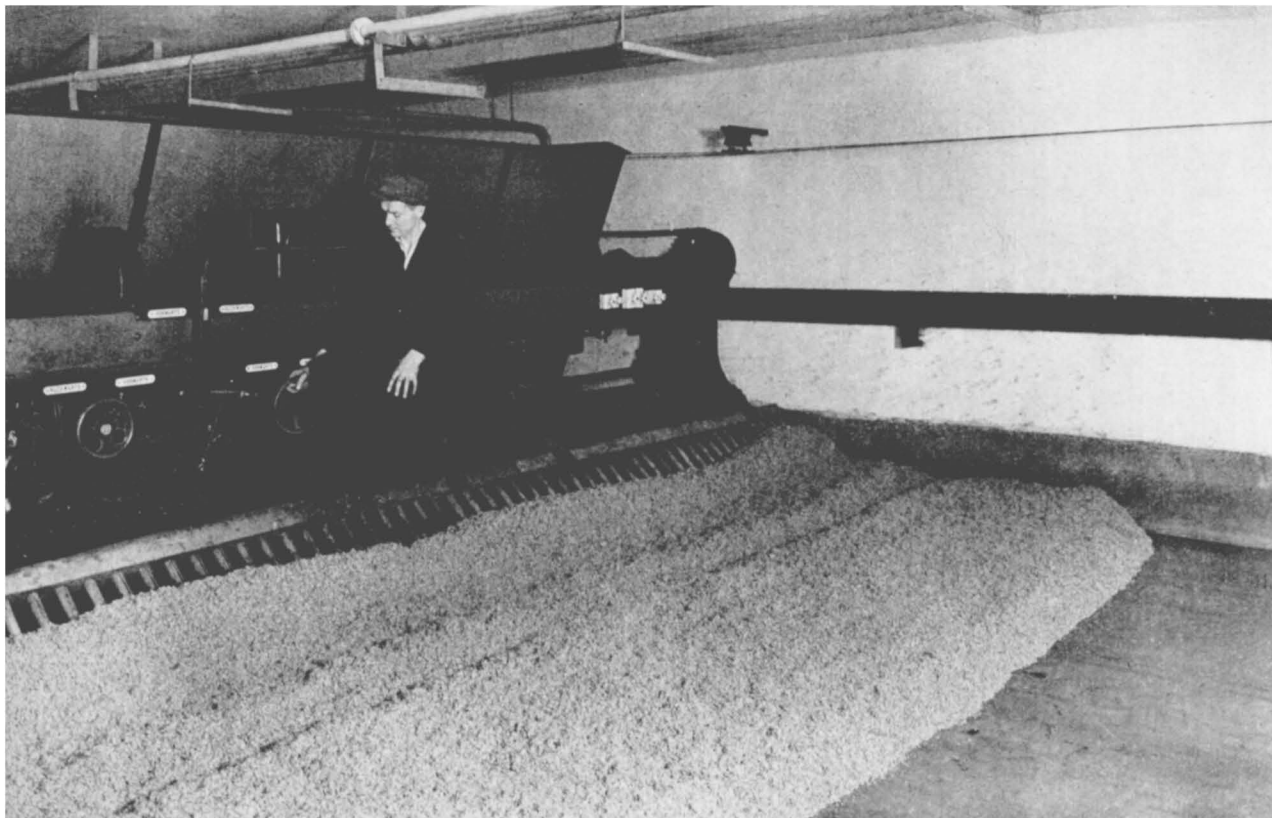


Abb. 41. Grünmalzabräumer

Die Wender sind mit den verschiedenen Wendevorrichtungen, wie Ausbreitern (Abb. 36), Pflugscharen, Schüttlern (Abb. 37), Streugabeln (Abb. 38), Schaufeln (Abb. 39) ausgerüstet.

In manchen Fällen sind auch Ausweich- (Abb. 40) und Abräumvorrichtungen (Abb. 41) vorhanden, so daß die ganze Tennenarbeit, einschließlich Ausweichen und Abräumen mechanisiert wird.

4. Greifenlassen

Um die Lösung zu vervollständigen, besonders aber um bestimmten Malztypen ihre charakteristische Eigenart zu geben, wird vielfach auf das von alten Mälzern schon geübte Verfahren zurückgegriffen, die **H a u f e n** 1-, evtl. auch 2mal **g r e i f e n** z u l a s s e n. Sie bleiben dazu, je nach den Verhältnissen 16—24 Stunden, zweckmäßig am 4. bzw. 5. Tage, unberührt liegen. Das Wurzelgewächs nimmt dabei stark zu, namentlich aber auch dehnt sich der Blattkeim. Eine starke Enzymentwicklung folgt diesen Vorgängen. Abbau von Stärke und Eiweiß vollzieht sich in zunehmendem Umfange, die Lockerung und Lösung des Kornes wird verbessert. Obgleich das Greifenlassen einen erhöhten Substanzverzehr bedeutet, wird doch vielfach dieser Verlust gering eingeschätzt gegenüber den Vorteilen; Erzielung weitgehenderer Lösung in Verbindung mit erhöhter Zuckerbildung, welche gerade für dunkles Malz von grundlegender Bedeutung ist.

Aber auch für helle Malze wird verschiedentlich auf das Greifenlassen nicht verzichtet, eben der Erzielung einer besseren Lösung und mürberen Beschaffenheit wegen.

Ob das Greifenlassen in diesem oder jenem Fall zweckmäßig, oder gar notwendig, oder andererseits entbehrlich ist, bzw. entbehrt werden kann, wird selbst in grundsätzlicher Hinsicht Auffassungssache bleiben.

Das **G r e i f e n l a s s e n** k a n n, meinen Erfahrungen zufolge, unter gewissen Voraussetzungen entbehrt werden, selbst bei eiweißreicheren Gersten. Dann aber muß auf die Weichbehandlung in ganz besonderer Weise bedacht genommen werden. Der Weichgrad ist zu erhöhen, die Lockerung des Endosperms schon in der Weiche anzubahnen. Nicht daß eine längere Weichzeit an sich das Entscheidende dabei ist, sondern die Vorbereitung durch Anwendung höherer Weichtemperatur, die aber wieder nur vorsichtig, in kurzer Einwirkungszeit, und unter Lüftung, zu gebrauchen ist.

Selbst zur Herstellung von typisch charakteristischem, dunklem Malz läßt sich das Greifenlassen auf ein Mindestmaß einschränken, wenn man die stärkere Wasseraufnahme in der Weiche noch mehr durch die Warmweiche unterstützt, die evtl. ein zweites oder gar ein drittes Mal, auch immer nur kurzzeitig zu wiederholen ist. Dann kann hier die Endospermlockerung und Blattkeimentwicklung noch besser vorbereitet und der Enzymwanderung, Lösung und Zuckerbildung beim Mälzen noch

eine günstigere Vorbedingung geboten werden. Was das Greifenlassen erst erzwingen soll, wird schon in glattem Arbeitsgang und ruhigem Wachstum annähernd erreicht. Bei harten, eiweißreichen Gersten ist zwar mehr nachzuholen.

Wo allerdings die entsprechenden Einrichtungen für die Warmwasserbehandlung und Lüftung fehlen, läßt sich das Greifenlassen, selbst bei der Herstellung heller Malze nicht immer entbehren, noch weniger bei der Herstellung dunkler Malze. Direkt notwendig wird es dann, wenn es gilt, harte Gersten zu verarbeiten. Doch sollte man immer bemüht bleiben, mit möglichster Einschränkung des Greifenlassens auszukommen.

Für die Herstellung von dunklem Malz glauben nun manche Betriebe allerdings unbedingt daran festhalten zu müssen, daß die Haufen mehrere Male stark zum Greifen kommen, damit sich tunlichst langes Gewächs mit entsprechender Lösung und reichlichem Zuckergehalt bildet. Die Erfahrung gibt ihnen recht. In hervorragender Weise gelingt es, die typische Eigenart herauszubilden, welche vorhanden sein muß, um schwach vergorenes, vollmundiges, aromatisch und süß schmeckendes Bier herzustellen.

In welchem Umfange man Gersten greifen lassen soll, wird auch von der Beschaffenheit der Gerste abhängig sein. Harte Gersten sind anders zu behandeln wie milde. Gerade die letzten Jahre haben es deutlich vor Augen geführt, wie grundlegend die Reife, die physikalische und physiologische Beschaffenheit für die Weiche und Tennenführung, für Wachstum und Lösung sind. Machen es harte, eiweißreiche oder selbst weniger eiweißreiche aber hitzeüberfallene Gersten unter Umständen erforderlich, wenn eben entsprechende Weichvorrichtungen nicht vorhanden sind, die Haufen ein oder mehrere Male zum Greifen und vielleicht sogar zum energischen Greifen kommen zu lassen, so sind Gersten, welche unter der Wechselwirkung von Niederschlägen und Wind und Sonnenschein gereift und geerntet, oder während bzw. nach der Ernte beregnet und mild geworden sind, viel leichter und evtl. mit wesentlicherer Einschränkung des Greifenlassens unter Entwicklung ausreichend langer Blattkeimgewächse zu der gewünschten Lösung zu bringen. Gerade der Lebenszustand des Kornes mit entsprechender Ausbildung der inneren Kornstruktur in Verbindung mit der Keimanlage und ihrem Aufbau ist von fundamentalster Bedeutung für den Verlauf der enzymatischen Vorgänge, für Abbau von Stärke und Eiweiß, für den Transport der Abbaustoffe zu den Keimanlagen, für die Ernährung und für das Wachstum von Wurzel und Blattkeim, letzten Endes für Lösung und Charakter des Malzes.

Der physiologische Zustand steht nun aber wieder mit Bodenbeschaffenheit, Vorfrucht, Düngung, Klima und atmosphärischen Verhältnissen, Erntestadium und anderen Faktoren mehr in Verbindung. So kommt es dann auch, daß Gersten gewisser Anbauggebiete und Gegenden

im großen und ganzen leicht, ohne daß man sich des Greifenlassens bedienen muß, andere dagegen wieder schwer, wobei man greifen lassen muß, verarbeiten lassen.

So lehrt aber auch die Erfahrung, daß in ein und demselben Gebiet in den einzelnen Jahren die Tennenführung verschieden gehandhabt werden muß, je nachdem, wie sich unter den vielfachen Einflüssen die Gersten auf dem Feld entwickelt haben, und eingeerntet worden sind. Das kann auch auf ganze Länder übergreifen. So kommt es denn, daß man von Jahrgangserscheinungen spricht, und daß man bei Beginn des Mälzungsjahres immer erst tasten muß, wie bei der Haufenführung vorzugehen ist. Wie diese sich dann auswirkt, wird dann wieder bestimmend für die zu wählende Weichbehandlung. Je nachdem, wie das Gewächs sich entwickelt, die Lösung erschwert oder erleichtert wird, ist schwächere oder stärkere Weiche zu geben, der Haufen zum Greifenlassen liegen zu lassen.

Das hat vor allem Geltung, sofern man sich der Erfahrungen der letzten Jahrzehnte bezüglich der Weichbehandlung, und damit der Tennenführung nicht bedient.

Wo man aber die Grundsätze der neuzeitlichen Weichbehandlung, mit vorsichtiger Warmwäsche, Kalk- bzw. Alkalibehandlung, und sachgemäßer Lüftung befolgt, kann ein Greifenlassen, wenigstens für die Herstellung heller Malze, unter Umständen überhaupt umgangen werden.

5. Brennhaufen

Um die Lösung bei schwerlöslichen Gersten zu erleichtern, gibt es noch ein anderes Hilfsmittel; Das Zusammensetzen der Althaufen in den letzten Tagen zu Beeten von 40—60 cm Höhe. Es konnten das die alten Mälzer schon. Brennhaufen nannten sie diese, und Brennmalz das so behandelte Malz. Aber schon Muntz¹⁾ konnte die Methode nicht gut heißen, wenigstens nicht allgemein für die Herstellung von Malzen. Für dunkle Malze, für Malze ähnlich den späteren Caramelmalzen, mochte sie ihm noch angängig sein, ja sich gut eignen.

In englischen Mälzereien ist die Methode von altersher üblich gewesen, und nicht etwa nur für dunkle, sondern allgemein auch für helle Malze. Bei genügender Vorsicht, wenn man die Haufen 6—8, auch wohl 10 Stunden liegen läßt, wobei sie sich nicht unerheblich erwärmen, und dann sie wieder auseinander zieht, um sie von neuem in gleicher Weise zusammenzusetzen, kann man selbst hartnäckigste Gersten zu bester Lösung bringen. Läßt man sie noch länger liegen, und noch wärmer werden, drosselt man noch stärker die Atmung, erzielt man auch eine erhebliche Zunahme an Zucker, und gewinnt ein Grünmalz, das die geeignetsten Grundlagen für die Herstellung von dunklem Malz besitzt.

¹⁾ Muntz, Das Bierbrauen 1836, S. 69.

Die Methode ist und bleibt für Lagerbiermalze ein entbehrliches Hilfsmittel. Unter besonderen Verhältnissen, wo Weichen mit entsprechenden Einrichtungen nicht vorhanden sind, und Gersten zu vermälzen sind, welche hartnäckig der Lösung widerstehen, kann eine solche Behandlung schließlich gut geheißen werden, da sie in bequemer Weise die Auflösung erzwingen hilft. Zu beachten bleibt aber stets die damit verbundene Gefahr, daß der Abbau von Eiweiß über Grenzen hinausgeht, welche nicht überschritten werden dürfen, wenn das Malz nicht überlöst werden soll.

6. Schwelken

Die Schwelke, übernommen aus der Vergangenheit, wird verschiedentlich auch jetzt noch für die Nachlösung dienstbar gemacht. Zu den Zeiten, als die Darren noch mit Mängeln verschiedener Art behaftet waren, die Trocknung bei relativ niedrigen Temperaturen mit starkem Luftzug Schwierigkeiten machte, bedeutete das Schwelken auf luftigen Böden unter dem Dach eine Vortrocknung, gleichzeitig aber eine Vervollkommnung der Lösung und der Lockerung des Mehlkörpers. Besonders in den Fällen, wo der Tennenraum knapp bemessen war, und das Grünmalz auf der Tenne nicht bis zur Erreichung des erforderlichen Lösungsgrades belassen werden konnte. Tennenüberlastung ist auch heute verschiedentlich noch der Grund für die Benutzung der Schwelke, durch welche es ermöglicht wird, die Tennen vorzeitig zu entlasten.

Aber auch dort, wo ausreichender Tennenraum zur Verfügung steht, hält man verschiedentlich noch am Schwelken fest, und sucht die Nachwirkung des Schwelkens für die bessere Lösung nutzbar zu machen, denn dem Schwelken kommt immerhin eine technologische Bedeutung zu.

Es ist zu bedenken, daß der Schwelkboden während der allergrößten Zeit des Mälzungsjahres niedrigere Temperaturen als die Tenne aufweist. Niedrige Temperaturen hemmen aber Atmung und Keimbildung stärker als die Wanderung der Enzyme und die Vervollkommnung der Lösung. Das Schwelken bedeutet unter diesen Umständen keine Substanzvergeudung, eher vielmehr eine Schonung. Aber selbst, wenn diese praktisch wertlos sein sollte, entsteht ein Vorteil in der Verbesserung von Lösung und Auflockerung: Die Mürbheit wird erhöht, wobei der Mitwirkung der stärkeren Luftbewegung ein wesentlicher Anteil zukommt.

Praktisch ist davon schon vereinzelt Gebrauch gemacht durch Aufstellung von Ventilatoren, welche auf künstlichem Wege die starke Belüftung ausführen.

Die praktische Bedeutung dieses Vorteils wird nun allerdings verschieden beurteilt. Immerhin sollte sie, meines Erachtens nach, und auf Grund meiner Beobachtungen, Beachtung finden. Dort, wo sie verneint, und dennoch allerbestes Malz hergestellt wird, liegen gewöhnlich die Verhältnisse so, daß reichlich Tennenraum zur Verfügung steht,

auf welchem durch sehr dünnes Ausbreiten die erforderliche Voraussetzung für Abschwelken und Auflockerung gegeben ist.

In wärmerer Jahreszeit kann sich das Schwelken indes zum Nachteil gestalten, da unter der Wirkung höherer Temperaturen der Entwicklung von Schimmel leicht Vorschub geleistet wird. Zur möglichsten Hintenanhaltung derselben ist es unbedingt erforderlich, das Malz so dünn wie möglich zu legen, um dem kühlenden Luftzug auch Zutritt zu den untersten Lagen zu gestatten. Die Ventilatoren sind hier am Platze. Im Luftzug, und bei der Entziehung der Feuchtigkeit gedeiht kein Schimmel.

7. Malzart entscheidend für Mälzungsart

Der Eigenart des Malztyps muß in erforderlicher Weise Rechnung getragen werden.

Um Münchener Malz herzustellen, Malz für dunkle, rund, voll- und hocharomatisch schmeckende Biere, mit schwach süßem Einschlag, ist die Bildung eines langen Blattkeims unbedingtes Erfordernis. Nur in Zusammenhang hiermit, infolge einer reichlichen Bildung von Diastase und kräftigerem Abbau von Stärke, kann ein entsprechend hoher Gehalt an Zucker im Grünmalz erzeugt werden, der die Grundlage bildet, um in Umsetzung mit bestimmten Eiweißabbaustoffen die kräftigen, röstigen, hocharomatischen und dunkel gefärbten Geschmackskörper, welche das Münchener Malz auszeichnen, zu erzeugen.

Nicht zu niedrige Temperaturen beim Mälzen dürfen gewählt werden, um nicht die Ausbildung eines langen Blattkeims, und die Erzeugung eines hohen Zuckergehaltes zu drosseln, und um der Bildung von Zucker einen größeren Vorsprung vor der Veratmung zu geben.

Die Auffassungen, welche Temperaturen zweckmäßigerweise innegehalten, und im Maximum nicht überschritten werden sollen, weichen zum Teil erheblich voneinander ab. Manche tragen keine Bedenken, sie bis auf 25° C steigen zu lassen, ja sie wenden bewußt die warme Haufenführung an.

Meinen Erfahrungen zufolge, kann aber die mäßig kühle Haufenführung, bei welcher die Temperaturen höchstens auf 18—20° C steigen sollen, in jeder Weise der warmen vorgezogen, und dabei doch spezifisches Grünmalz für die Herstellung von Münchener Malz erzeugt werden, sobald man nur entsprechende Weichbehandlung anwendet (vorsichtige kurze Warmwäsche bzw. -weiche). Dann kann auch das Greifenlassen evtl. stark eingeschränkt werden.

Auch ein weitgehender Abbau von Eiweiß muß stattfinden, was auch wieder nur in Zusammenhang mit stärkerer Blattkeimentwicklung möglich ist, da Eiweißabbaustoffe bei der Bildung von Röst- und Farbkörpern unentbehrlich sind. Letzten Endes ist aber in Betracht zu ziehen, daß durch die Art des Darrens, wie sie bei der Herstellung von Münchener

Malz zu wählen ist, ein sehr großer Anteil von Enzymen der Vernichtung anheimfällt, trotzdem aber noch ein genügender Vorrat für den Abbau im Sudhaus vorhanden sein muß.

Um mälzungstechnisch nach Möglichkeit Fehler zu vermeiden, handelt man sachgemäßer, eine lange Keimzeit vorzusehen, eine Keimzeit, welche möglichst nicht weniger als 8 Tage beträgt.

Primär muß dabei die Forderung erfüllt sein, daß die Gerste viel Weiche erhält; mindestens 48 Teile Wasser auf 100 Teile Gerste aufgenommen hat.

Die Herstellung von hellen Malzen setzt nicht einen so hohen Weichgrad voraus. Ein mittlerer genügt, ist vielmehr direkt erforderlich. Der Blattkeim soll nicht so weit vorgetrieben werden, wie beim Münchener, dem eine Blattkeimlänge von, im Durchschnitt $\frac{4}{5}$, der Kornlänge eigen sein soll. Es genügen etwa $\frac{2}{3}$ — $\frac{3}{4}$ allermeist, es sei denn, daß die Gerste sich schwer löst. Dann ist etwas stärkere Weiche zu geben, und auf etwas längeren Blattkeim hinarbeiten. Doch ist tunlichst zu vermeiden, die Haufentemperatur über Gebühr in die Höhe gehen zu lassen. Die besten Erfolge werden dort erreicht werden, wo man die Temperaturen unterhalb 17—18° C, selbst im Maximum halten kann.

Für Malze, die zur Herstellung von Bieren nach ausgesprochen Pilsener Art dienen sollen, pflegt man vielfach Wurzel- und Blattkeimgewächs von zu starker Entwicklung zurückzuhalten, und dementsprechend nur knappe Weiche, (Aufnahme von 43—45 Teile Wasser auf 100 Teile Gerste) zu geben.

Ist es möglich, schon bei $\frac{2}{3}$ Kornlänge genügende Auflösung zu erhalten, so sucht man, hiervon nicht abzugehen. Selbstverständlich ist eine milde, nicht eiweißreiche Gerste für eine solche Arbeitsweise geeigneter, wie eine harte und glasige, die bei kurzer Keimentwicklung nicht zur Lösung zu bringen ist. Man will nur eine ebenhin ausreichende Enzymentwicklung, die aber dennoch für den notwendigen Abbau im Sudhaus ausreichen soll. Eine stärkere Emzymbildung wird als nachteilig abgelehnt. Ein zu hoher Diastasegehalt würde einen zu hohen Zuckergehalt in der Würze und eine zu hohe Vergärung, ein zu hoher Gehalt an proteolytischen Enzymen einen zu starken Eiweißabbau, und beides zusammen zu hoch vergorenes, leer schmeckendes Bier liefern, welchem die gerade für diese Hopfenbiere angestrebte eigenartige Schaumform und -beständigkeit fehlt.

Mit dieser Einstellung lassen sich indes die Angaben bester Kenner ¹⁾ der Mälzungsverfahren, wie sie in böhmischen und speziell in Pilsener Brauereien angewandt werden, nicht in Einklang bringen. Diesen zufolge wird dort keineswegs auf knappes Gewächs gemälzt. Der Blatt-

¹⁾ Siehe Abschnitt Darrführung, d) Darrzeiten.

keim, auf den es in erster Linie ankommt, ist durchaus kräftig und gut entwickelt. Gut ist die Auflösung. Wenn gerade mit einem solchen Malz, welches gemäß seiner Keimentwicklung einen reichlichen Emzymgehalt besitzt, besonders durch hohen, dichten Schaum sich auszeichnende Biere hergestellt werden, so wird man eine Erklärung dafür darin zu suchen haben, daß der beim Mälzen erzeugte hohe Gehalt an Enzymen nicht in dem Grade zur Auswirkung gelangt, wie es vielleicht angenommen werden könnte. Das Darren in den Böhmisches bzw. Pilsener Brauereien mit seinen 2×12 Stunden dürfte schon in sehr erheblichem Umfange Enzyme vernichten, so daß unter der Wirkung des geschwächten Enzymvorrats die Abbauvorgänge im Sudhaus sich in solchen Grenzen halten, daß der diesen Bieren eigene Charakter in Vergärungsgrad und Schaum zustandekommt. Besondere Maßnahmen beim Maischen können dann noch hinzutreten, um weiter den Abbau von Stärke und Eiweiß angemessen einzuschränken.

8. Kaltführung durch künstliche Kühlung ¹⁾

Die Auffassung, daß es für die Haufenführung ebenso erwünscht sei, unter gleichbleibenden Raumtemperaturen zu mälzen, wie es für die Gärung und Lagerung nicht nur erwünscht, sondern notwendig ist, Gär- wie Lagerkeller auf einer bestimmten Temperatur zu halten, ist schon eine Erkenntnis weit zurückliegender Zeit. Verschiedentlich sind auch die Ansätze zur Durchführung dieses Problems gemacht worden. Die Mittel waren indes die falschen. Man meinte das Richtige getroffen zu haben, wenn man gekühlte, mit Wasserdämpfen angereicherte Luft durch Ventilatoren der Tenne zuführte. Trotz vieler Mühen und Abänderungen vermochte diese Methode ihre Aufgabe nicht zu erfüllen. Es gelang nicht, die Tennen gleichmäßig zu kühlen, und vor allem nicht den Haufen in Temperatur und Feuchtigkeitszustand gleichzuhalten. In der Nähe der Lufteinführungsstellen schlug sich der Wasserdampf zuerst nieder, und auch der Haufen kühlte stark aus. Die Ungleichheiten waren schwer zu beseitigen.

Hinzu kam ein weiterer Umstand, der sich aus der zu reichlichen Befuchtung von Wänden und Decken ergab. Die Entwicklung von Schimmel setzte ein. Die Tennen verloren den frischen Geruch. An sich schon Grund genug, sich gegen diese Methode ablehnend zu verhalten, noch mehr, wenn die Pilzentwicklung der Tenne schon einen dumpfen Geruch verlieh, denn bekanntlich nimmt Malz leicht diesen Geruch an. So mußte das Verfahren fallen, da es ungeeignet war.

Die Kühlfrage war aber damit keineswegs abgetan. Man hatte zwar Enttäuschungen erlebt, auf die man nicht gefaßt war. Denn die Kühlung fand ja erfolgreichste Anwendung bei pneumatischen Anlagen. Das

¹⁾ Siehe u. a. Abb. 38, S. 101; Abb. 42, S. 111.

wachsende Malz in den Galland-Trommeln und Saladin-Kästen kühlte und lüftete man mit angefeuchteter Luft.

Tastend suchte man nun das Problem von einem anderen Gesichtspunkt aus zu lösen. Die Kellerkühlung gab die entsprechende Anregung. Nicht die mit Wasserdampf gesättigte Kaltluft sollte verwandt werden, sondern die durch Kühlsysteme gekühlte, wenn auch dadurch getrocknete Luft. Die Idee stieß, wie wohl kaum anders zu er-



Abb. 42. Malztenne mit Kühlanlage (System Borsig)

warten war, in den Kreisen der Praktiker vielfach auf Zweifel, ja vielfach auf direkte Abweisung. Man wandte ein, daß durch die Kühlung die Luft trockner wird, und damit dem Keimgut Feuchtigkeit entziehe. Dem wachsenden Korn mußte aber seine volle Feuchtigkeit erhalten bleiben, ganz besonders dem Wurzelgewächs, damit es nicht welkt.

Doch schon die ersten Versuche rechtfertigten solche Bedenken und Einwände nicht. Auf den gekühlten Tennen hielt sich das Malz frischer wie je. Wohl wird der Feuchtigkeitsgrad der Tennenluft etwas herabgedrückt, dem Malz etwas Feuchtigkeit entzogen, und das Kühlrohr-

system, welches an der Decke angebracht ist, mit einer schwachen Schneeschicht bedeckt, doch hat diese Entziehung von Wasser, wie ausgiebigste Feststellungen ergeben haben, und immer wieder ergeben, keinen irgendwie gearteten Nachteil.

Nach und nach hat das Verfahren immer mehr Anhänger gefunden, und setzt sich mehr und mehr durch. In technischer Hinsicht liegen eben die Vorteile klar auf der Hand. Die Einrichtung ermöglicht es, die Mälzungszeit auf Tennen auf das ganze Jahr auszudehnen, und aus kürzeren Mälzungskampagnen längere zu machen. Selbstverständlich bedarf die, im übrigen höchst einfache Handhabung der Kühlung erst einer entsprechenden Einstellung.

Schon die alten Mälzer hielten eine Lufttemperatur von 10—12° C für die beste. So brauchte man sich nur diese und die eigenen Erfahrungen zunutze zu machen. Die Einstellung auf etwa 10° C war somit von vornherein gegeben, und diese gleichmäßig zu halten, bedeutete nicht, Tennenluft und Keimgut irgendwie nennenswerte Mengen Feuchtigkeit entziehen. Sehr beachtlich und darum zum Vorteil ist die Tatsache, daß unter der Wirkung der trockenen Luft auch Wände und Decken trocken und vor Pilzansätzen und -wucherungen verschont bleiben. Nicht minder beachtlich ist, daß die Kühlung kreisende Luftbewegung hervorruft, und zur Entlüftung des Haufens erheblich beiträgt.

Wenn manche Mälzereien auf noch niedrigere Temperaturen, evtl. bis 8° C heruntergehen, so sind es wieder besonders eigene Erfahrungen günstiger Art, welche dafür bestimmend waren. Innerhalb dieser Temperaturspanne, deren Wirkung kaum anders sein wird, selbst wenn die Lufttemperatur vielleicht auch auf 11° C eingestellt ist, ist man mühelos in der Lage, die Haufen bei denkbar tiefster Temperatur zu halten. Nach Belieben, den Zwecken entsprechend, oder bestimmten Auffassungen Rechnung tragend, läßt sich die Temperatur in den Haufen einstellen, und die Maximaltemperatur festlegen. Selbst wenn diese, wie es verschiedentlich gehandhabt wird, nicht über 15° C hinausgehen soll, braucht sich die Notwendigkeit noch nicht zu ergeben, die Temperaturregelung mehr als erwünscht durch das Wenden vorzunehmen.

Was indes mit der Anwendung der Kaltführung mittels künstlicher Kühlung niemals übersehen werden darf, ist die sorgfältige Prüfung auf den Fortschritt der Lösung. Kälte verlangsamt. Und leicht kann man durch ausreichendes Gewächs darüber getäuscht werden, daß die Lösung der Entwicklung von Blatt- und Wurzelkeimen noch nicht gefolgt ist. Da wird es dann Pflicht, die Keimzeit auszudehnen, und wenn ein Tag nicht ausreicht, zwei Tage zuzulegen, um nachzuholen, was durch die kalte Führung zurückgehalten wurde.

Die Möglichkeit, oder vielmehr die Sicherheit, die Haufen ständig in der Gewalt zu haben, ist ein Vorzug, welcher der Tennenkühlung eine überragende Bedeutung verleiht, die ihr auch nicht etwa abgesprochen

werden könnte durch den Einwand, daß die Kühlung feuchtigkeits-entziehend wirkt. Ist dieses Moment erfahrungsgemäß durchaus unbeachtlich, so muß doch bedacht werden, daß sich durch Naßhalten der Gänge und Freiflächen für die fortgenommene Feuchtigkeit leicht Ersatz schaffen läßt.

9. Spitzmalz

Eine besondere Episode bildete die Zeit der „Spitzmalzbereitung“ (Windisch), deren Ziel die noch stärkere Erhöhung der Wirtschaftlichkeit bei der Herstellung von Malz sein sollte. Der Keimprozeß wurde nicht über die ersten Phasen hinausgeführt. Nicht nur die sonst erforderliche Wurzelbildung sollte beschnitten werden, sondern auch die Atmungszeit. Eine auch nur annähernde Lösung des Mehlkörpers wurde nicht angestrebt. Wenn einerseits hierdurch eine außerordentliche Einschränkung des Malzschwandes erreicht wurde, so war doch andererseits die Verarbeitung eines solchen Malzes, obgleich nur Teilgaben zur Verwendung kommen sollten, mit derartig starken Nachteilen verknüpft, daß diese Methode bald wieder als völlig abwegig aufgegeben wurde. Es blieb eine Episode.

Was bestehen blieb, und nun wohl auch allgemeine Auffassung geworden ist, ist die den Grundsätzen der Alten nachgebildete, auf vorsichtige Arbeit eingestellte Mälzungsart, welche sich dünner und kühler Haufenführung bedient, den jeweiligen Zwecken entsprechenden Lösungsgrad anstrebt, und auf bessere Wirtschaftlichkeit durch methodisches Hinarbeiten auf angemessene Einschränkung des Schwandes eingestellt ist.

10. Wasserverdunstung beim Mälzen

Neben der Überleitung der Haufenarbeit in die neuzeitigen Formen unter Benutzung von Pflügen usw. schien sich noch in höherem Maße in der Verwendung der Kohlensäurestauung (Kohlensäurerastverfahren nach W. Windisch) ein Hilfsmittel zur Herabsetzung des Mälzungschwandes zu bieten, was angeblich bei der Tennenarbeit nicht erreichbar war, da die Atmungskohlensäure zum größten Teil in die Luft entweicht und nur $\frac{1}{2}$ —2% in den letzten Phasen im Haufen verbleiben.

Schütt¹⁾, welcher sich mit eingehenden Untersuchungen über die Veratmung von Stärke bei der Keimung beschäftigt, fand, daß von 100 kg Gerstentrockensubstanz unter den von ihm gewählten für die Vermälzung üblichen Umständen 6,7 kg Stärke veratmet werden, und daraus 10,9 kg Kohlensäure und 3,7 kg Wasser entstehen.

¹⁾ Schütt, Wochenschrift f. Brauerei 1887, S. 693.

Atmung und Stärkeverbrauch

Keimhaufen Alter in Tagen	Temperatur im Haufen ° C	Kohlen- säuregehalt im Haufen %	In je 24 Stunden		
			entwickelte Kohlensäure	veratmete Stärke	gebildetes Wasser
			kg	kg	kg
1	12	3	0,33	0,20	0,11
2	12	3	0,61	0,37	0,20
3	13	3	1,11	0,68	0,38
4	14	2,5	1,37	0,84	0,46
5	15	2	1,53	0,93	0,51
6	17	1,5	1,58	0,96	0,53
7	18	1	1,54	0,94	0,52
8	20	0,5	1,49	0,91	0,50
9	20	0,5	1,34	0,82	0,45
zusammen	—	—	10,90	6,65	3,66

Er ermittelte dabei auch, wie groß die Menge *W a s s e r* ist, welche während der Vermälzung verdampft wird. So fand er nur einen geringen Unterschied in dem Wassergehalt zwischen dem Grünmalz am Ende der Keimperiode und der noch benähten, aus der Weiche kommenden Gerste. Die Differenz betrug nur 1%, um welche der Wassergehalt der Gerste höher war. *Sch ü t t* ging von einer Gerste aus, welche beim Ausweichen 46% Wasser enthielt¹⁾, also auf 100 kg Trockensubstanz 85,2 kg Wasser besaß.

Während der Keimung wurden nun 6,7 kg Stärke veratmet, und daraus 3,7 kg Wasser gebildet. Würde keine Verdunstung stattfinden, müßte sich um diesen Betrag die Wassermenge, welche 100 kg Gerstentrockensubstanz entspricht, um 3,7 auf 88,9 kg erhöhen.

Die Bestimmung des Wassergehaltes des Grünmalzes ergab indes, daß dieser 45% betrug, d. h. auf 55 kg Trockensubstanz 45 kg Wasser entfallen. Der Gehalt an Trockensubstanz war während des Mälzens um 6,7 kg veratmeter Stärke bis auf 93,3 kg gesunken. Auf diese 93,3 kg entfallen somit $\frac{45 \cdot 93}{55} = 76$ kg Wasser. Sind somit in Wirklichkeit nur 76 kg vorhanden, dagegen 85,2 kg vorhanden gewesen, und 3,7 kg neu gebildet worden, so daß letzten Endes 88,9 kg Wasser hätten vorhanden sein müssen, so kann der Unterschied von 88,9 : 76 nur dadurch erklärt werden, daß diese Menge (12,9 kg) Wasser zur Verdunstung gelangt.

Wenn also beispielsweise das fertige Grünmalz und die nasse ausgeweichte Gerste annähernd denselben Wassergehalt besitzen, wie es eigentlich sein sollte unter normalen Verhältnissen, so geht aus den fast

¹⁾ Für die Herstellung von hellem Malz wird im allgemeinen die Wasseraufnahme in solchen Grenzen gehalten, daß die ausgeweichte Gerste einen Wassergehalt von 43—45% hat; für dunkles Malz meist einen höheren als 48%.

gleich gebliebenen Werten keineswegs hervor, daß beim Vermälzen nur eine höchst unbedeutende Wasserabnahme stattgefunden hätte. Das ist ein Trugschluß. Die Wasserabnahme ist in Wahrheit eine sehr große, wie aus vorstehenden Berechnungen zu ersehen ist. Berücksichtigt wird eben nicht die Veratmung der Stärke.

Die größere Verdunstung tritt auch direkt analytisch feststellbar zutage, wenn die Innenluft nicht kühl und feucht ist. Zur wärmeren Zeit, wenn die Luft in stärkerem Maße Wasseraufnahmefähig ist, tritt eine erhöhte Wasserabgabe auch deutlicher in dem erheblich niedrigerem Wassergehalt des fertigen Grünmalzes hervor. In der Literatur sind verschiedene Angaben darüber zu finden, Angaben, denen zufolge das Grünmalz 4—6% weniger Wasser enthalten kann als die ausgeweichte Gerste. Hier hat also ohne Frage eine erhebliche Wasserabgabe stattgefunden, und sie wird sich eben unter Verhältnissen immer wieder in stärkerem Maße bemerkbar machen, wenn zu warmen und trockenen Jahreszeiten gemälzt wird.

Solche Verhältnisse sind aber keineswegs günstig. Sie führen durch die hohe Wasserabgabe zu vorzeitiger Abdrosselung der Gewächsentwicklung. Die Wurzelkeime bleiben nicht nur kurz, sondern werden auch welk, und die Lösungsvorgänge werden in gleichem Maße zurückgehalten. Bei dem unansehnlichen, welken und kurzen Gewächs kann ein gutes Malz nicht entstehen. Es bleibt hart.

Am günstigsten liegen die Verhältnisse nur dann, wenn die Tennenluft einen hohen Feuchtigkeitsgehalt besitzt, der mindestens 90% betragen sollte. Unter diesen Verhältnissen gemälzt bleibt das Grünmalz bis zum letzten Tag frisch, und zeigt denselben, eventuell einen wenig höheren oder auch wenig niedrigeren Wassergehalt, als ihn ausgeweichte Gerste besitzt.

11. Die Bildung von Kohlensäure beim Mälzen

Die Bildung von Kohlensäure ist sehr erheblich. Von 100 kg Gerstentrockensubstanz werden bei der Schüttischen Versuchsanstellung rund 7 kg Stärke veratmet und daraus 11,4 kg Kohlensäure erzeugt. Ähnlich liegen die Verhältnisse in der Praxis.

Gemäß der langsam beginnenden, nach und nach unter der Wirkung stauender Wärme sich steigenden Atmung, wächst die Menge der gebildeten Kohlensäure von Stunde zu Stunde, bis sie im Zustand des Galoppstadiums den Höhepunkt erreicht. Von Interesse ist die Schüttische¹⁾ Feststellung, daß die weitere Bildung von Kohlensäure in einem Tennenhaufen anders verläuft, als wenn das keimende Malz unter gleichbleibender Temperatur, und unter ständiger und vollständiger Ableitung der Kohlensäure bei ausreichender Luftzuführung gehalten

¹⁾ Schütt, Wochenschrift f. Brauerei 1887, S. 674 ff.

wird. In letzterem Falle, der von der Tennenbehandlung völlig abweichend ist, beginnt nach Erreichung des Maximums im Galoppstadium die Menge der erzeugten Kohlensäure allmählich zu sinken, und fällt bis zum 8. Tag der Keimung auf etwa $\frac{7}{10}$ derjenigen Menge, welche in der gleichen Zeit im Galoppzustand erzeugt wird. Im Tennenhaufen, welcher nach und nach eine höhere Temperatur annimmt, wirkt sich dagegen diese Steigerung in einer verstärkten Atmung und Kohlensäurebildung aus, so daß es vorkommen kann, daß die Menge der Kohlensäure vom Stadium des Wachshaufens bis zum letzten Tage an nicht oder kaum fällt.

Diese Entwicklung läßt sich natürlich durch besondere Tennenbehandlung beeinflussen. Man hat nur nötig, die Haufen in den letzten Tagen nicht nur dünn zu führen, sondern weitgehend kühl zu halten, um die Atmung und den dadurch bedingten Schwand herabzudrücken. Hier kann sich die Kunst des Mälzers wirksam betätigen, ohne dabei aus den Augen zu verlieren, daß die Erreichung der erforderlichen Lösung nicht gefährdet wird. Auf diesem Wege kann die Schwändung, wie aus den Schüttischen Untersuchungen abgeleitet werden muß, so weit herabgedrückt werden, daß sie sich in niedrigeren Grenzen hält, als es bei Anwendung von Kohlensäurestauung in Kästen und Trommeln möglich ist; vorausgesetzt, daß gleicher Lösungsgrad angestrebt wird.

Über die Frage nun, inwieweit die nur teilweise Ableitung von Kohlensäure, auf welchem Wege sie auch stattfindet, und dementsprechend die Zuführung von Luft von Einfluß auf die Stärke der Atmung ist, suchte auch wieder Schütt durch Laboratoriumsversuche Aufschluß zu erhalten. Er leitete Luft durch das Malz, drosselte den Zugang aber derart, daß sich nach und nach die ausströmende Luft mit einem immer höher werdenden Gehalt an Kohlensäure anreicherte, und schließlich 10% davon enthielt. Damit suchte er die Stauung von Kohlensäure im Malzhaufen auf der Tenne nachzuahmen.

Unter der Einwirkung der immer kohlenensäurereichereren Luft im Haufen stellte sich nun entsprechend eine immer stärkere Hemmung der Atmung bzw. des Stärkeverbrauchs ein, gemessen durch die Menge der entwickelten Kohlensäure. Solange der Kohlensäuregehalt der Haufenluft 1,5% noch nicht überschritten hatte, war die Atmung noch völlig ungehemmt. Von 2% an war sie aber schon um $\frac{1}{10}$, von 3% schon um $\frac{3}{10}$, bei 4% Kohlensäure fast um $\frac{4}{10}$ eingeschränkt. Das bedeutet aber zugleich Einschränkung der Entwicklung des Gewächses und der Enzyme.

Aus diesen Untersuchungen von Schütt geht somit hervor, daß eine nachteilige Beeinflussung der Lebenstätigkeit des keimenden Korns nicht zu erwarten ist, wenn sich der Kohlensäuregehalt der Haufenluft unter 2% hält. Sobald indes diese Grenze überschritten wird, bahnen sich unter erhöhter Zersetzung der Stärke Atmungsvorgänge an,

welche zu anderen Abbauprodukten führen. Die intramolekulare Atmung, welche sich den Sauerstoff durch Zertrümmerung von Zellsubstanz verschafft, tritt neben der Sauerstoffatmung auf. Sie liefert als Endprodukte nicht nur Wasser und Kohlensäure, sondern auch Alkohole, Säuren, Ester und andere Stoffe, und führt damit zu stärkerem Stoffverbrauch, zu höherem Schwand ¹⁾).

Eine Bestätigung der Schütt'schen Feststellungen von der Entstehung von Gärungen bringt auch Jaesschin ²⁾, welcher fand, daß schon oberhalb 7% Kohlensäure in der Haufenluft die Bildung von Kohlensäure stärker ist als die Abnahme an Sauerstoff, und daß bei einem Kohlensäuregehalt von noch nicht ganz 4% in der Haufenluft schon Kohlensäurebildung ohne entsprechende Sauerstoffabnahme stattfindet.

Welche gewaltigen Mengen durch Gärung erzeugt werden können, bewies Schütt an Versuchen, wobei ein Kohlensäuregehalt in der Haufenluft von 50% und darüber festgestellt wurde, was eben nur auf starke Nebengärungserscheinungen zurückgeführt werden kann.

Wird ein Malzhaufen von vornherein gleich hoch aufgesetzt, und auch bis in den Galoppzustand hinein hoch gehalten, so kann sich auch hier, wie Jaesschin fand, der Kohlensäuregehalt außerordentlich stark anstauen, und unter Umständen annähernd dem Sauerstoffgehalt der atmosphärischen Luft, welcher bekanntlich 20,9% beträgt, gleichkommen. So war es ihm möglich bei einem Haufen, welcher anfänglich 40 cm hoch, und im Galoppstadium noch 25 cm hoch lag, 1½ Stunden nach dem Widern schon 8%, und später sogar 19% Kohlensäure festzustellen.

Unter normaleren Verhältnissen, bei welchen die Haufen wesentlich dünner gehalten werden, tritt eine derartige Sammlung von Kohlensäure indes nicht ein. Wohl wird durch das Widern mit der Schaufel die Kohlensäure vollständig entfernt, und der frische Haufen ist sogleich nach dem Arbeiten kohlensäurefrei. Doch schnell beginnt sich wieder die Haufenluft damit anzufüllen. Aber ein Gehalt von 7% im Galopp-haufen, wie ich gefunden habe, bedeutet schon einen hohen Wert. Im allgemeinen kann damit gerechnet werden, daß der Kohlensäuregehalt in diesem Stadium über 4—5% kaum hinausgeht, und sich im Laufe der weiteren Keimdauer nach und nach bis auf 1%, ja noch weiter, bis auf ungefähr 0,5% vermindert.

Dieser starke Abfall ist teils auf eine verminderte Atmung und

¹⁾ Den Nachweis von Alkohol bei der anaeroben Atmung erbrachte Paladin und Kostytschew an Keimlingen von Weizen, Lupinen und anderen (Zeitschrift für physiologische Chemie 1906, Band 48, S. 214); Lüers und Schmal bestätigten ihn in quantitativer Bestimmung bei der anaeroben Keimung von Gerste (Wochenschrift für Brauerei 1924, S. 125).

²⁾ Jaesschin, Wochenschrift f. Brauerei 1894, S. 475 ff.

Kohlensäurebildung zurückzuführen, mehr aber auf die Diffusion der Kohlensäure in die Luft infolge der weitgehenderen Ausbreitung des Haufens und der Erleichterung des Luftzutritts infolge der lockeren Lagerung.

Diese Untersuchungen lassen erkennen, daß die Stauung von Kohlensäure ein Mittel ist, welches zu einem zweischneidigen Schwert werden kann. Einesteils wirkt sie atemungshemmend, und damit substanzsparend, andererseits gärungserzeugend, und damit substanzverbrauchend. Nach welcher Richtung die Vorteile ausschlagen, wird von der jeweiligen Regulierung der Kohlensäurestauung in Menge und Zeit abhängig sein.

III. Das Mälzen in pneumatischen Anlagen

A. Trommelsysteme

1. Die Art der Systeme

a) Die Entwicklung des Trommelbaus zum Galland-Freund-System

Die Anfänge der pneumatischen Mälzerei sind in den fünfziger Jahren des vorigen Jahrhunderts zu suchen.

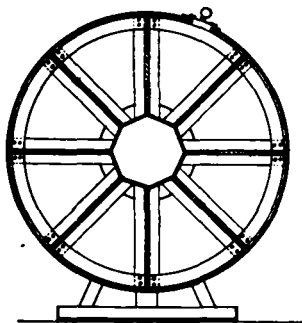


Abb. 43. Vallerysche Keimtrommel (Querschnitt). (Nach Habich „Der Bierbrauer“ 1865)

Ob als die Erfinder der Trommel-mälzerei die Ingenieure Lacambre und Persac (1850—52), oder Vallery anzusehen sind, ist nicht ganz sicher, doch scheinen manche Umstände dafür zu sprechen, daß das Prioritätsrecht Vallery zukommt, wie nach Habich¹⁾ (Abb. 43) und F. Faßbender²⁾ angenommen werden darf.

Die von ihnen benutzte Trommel war aus einem Drahtgeflechtmantel hergestellt, der Vorderboden sowohl wie der Hinterboden dagegen aus festem Metall. Das in der Mitte liegende, die Längsachse bildende weite, mit zahlreichen Löchern versehene Rohr ist achteckig geformt und mit Metallgaze überspannt. Scheidewände führen von den Kanten nach dem Mantel, so daß acht Abteilungen entstehen. Jede Abteilung kann durch eine Öffnung von außen mit dem Keimgut beschickt werden. Das Zentralrohr ist mit einem Ventilator verbunden, welcher die Luft durch den Außenmantel einsaugt, und nach dem Durchgang durch das Keimgut aus dem Zentralrohr abführt. Luftanfeuch-

¹⁾ Habich, Der Bierbrauer 1865, Nr. 4, S. 53—57.

²⁾ F. Faßbender, Die mechan. Technologie der Bierbrauerei und Malzfabrikation, 2. Bd. 1883, nach Enzyklopädie Roret 1853.

tungsvorrichtungen fehlten noch. Als Ersatz für das dem Keimgut entzogene Wasser diente ein mehrmalig angewendetes Spritzen.

Völc k n e r (1876), Wien, ersetzt den Drahtgeflechtmantel durch einen festen, und lüftet durch Zuführung von Luft durch das Zentralrohr, während der Luftaustritt durch eine breite Öffnung erfolgt, welche sich über die ganze Länge des Mantels erstreckt, und durch eine Metallgewebplatte verschlossen ist. Von diesen Trommeln werden soviel übereinandergestellt, daß das Keimgut von Tag zu Tag eine Trommel nach der anderen durchwandert, und als fertiges Grünmalz die unterste verläßt.

Zum erstenmal findet hier die Befeuchtung von Luft durch Wasserzerstäubungsapparate Anwendung, nachdem sie bei der Kastenmälzerei schon früher eingeführt worden ist.

Bei G r u b e r s, mit festem Mantel versehener Trommel, dient eine Horde als Unterlage für das Keimgut, welche anfänglich glatt, später aber muldenartig mit in scharfen Ecken hochgezogenen Seiten gebaut wurde. Zum Belüften benutzt er angefeuchtete Luft, welche durch eine Koksschicht bzw. eine Schicht aus Ziegelstückchen hindurchgeleitet ist, auf welche Wasser brausenartig niederrieselt. Die Idee, das Keimgut auf Horden zu lagern, ist später wieder von T o p f aufgenommen worden.

Der Apparat von M a u t n e r (in den 70iger Jahren) sieht die Lüftung vor durch Benutzung von zwei, innen an der Längswand des Mantels einander gegenüber angebrachten durchlochten Rohren, von denen das eine der Zuführung, das andere der Abführung der Luft dient.

1880 tritt G a l l a n d, dessen erfinderischer Geist sich bis dahin nur mit der Kastenmälzerei beschäftigt hatte, auf den Plan, und gibt seine erste Verbesserung auf dem Gebiete der Trommelmälzerei bekannt. Seine Trommel besteht aus einem durchlochten Metallmantel, und trägt eine ebenfalls mit Löchern versehene Achse. Die Belüftung erfolgt von außen durch den Mantel mit Raumluft. Mehrere Trommeln werden in einem geschlossenen Raum nebeneinander aufgestellt. Zur Belüftung kann auch Umluft verwendet werden, die zuvor nach Durchleiten durch ein mit Kalkmilch beschicktes Gefäß entkohlensäuert ist. In Verbindung mit den Trommeln stehen, wie H e i n d l (1874) bei seiner Konstruktion schon vorhergesehen hatte, die ebenfalls auf Belüftung eingestellten geschlossenen Quellstöcke, in welchen die Gerste auf einem Siebboden lagert, damit nach Bedarf Luft durchgesaugt werden kann.

Statt des durchlochten Mantels wird als nächste Verbesserung (1884) ein fester Mantel gewählt, und an der einen Stirnseite ein Doppelboden angebracht. Dieser steht mit dem Lüftungsrohr in Verbindung. In die durch den Doppelboden gebildete Luftkammer münden die an dem Mantel entlanglaufenden gelochten Kanäle, sowie die um das Zentralrohr angeordneten, ebenfalls mit Lochungen versehenen Rohre. Das

Zentralrohr selbst ist gegen die Luftkammer abgeschlossen, dagegen nach der anderen Stirnseite offen, von wo es in das Luftabsaugungsrohr übergeht.

Die um das Zentralrohr liegenden Kanäle werden bei späteren Konstruktionen fallen gelassen. Bei der Belüftung nimmt die in den Kokstürmen angefeuchtete Luft den Weg durch die Luftkammer in die Wandkanäle (Abb. 44), durchdringt das Keimgut und wird durch das Zentralrohr abgesaugt. Sie kann auch den umgekehrten Weg nehmen.

Mit diesen Verbesserungen wurde nunmehr erst das System der Trommel-mälzerei praktisch mit Erfolg verwertbar. Mit allen früheren Konstruktionen, wie sie auch gestaltet waren, war kein regelmäßiger Betrieb durchführbar.

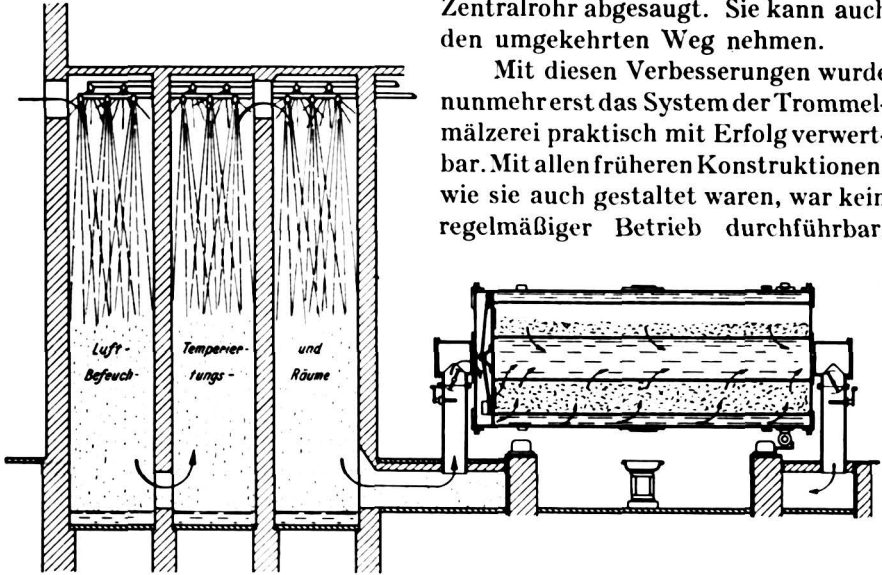


Abb. 44. Galland-Freund'sche Trommel mit Kühlturm

Nach mehr oder minder kurzen Versuchsperioden mußten sie immer wieder als unbrauchbar verworfen werden. Ungeachtet der vielen anderen Erfindungen auf diesem Gebiete, welche überhaupt keine praktische Anwendung fanden.

Mit dem Jahre 1885 begann sich das Galland'sche System, das nach diesen, die Brauchbarkeit erst ermöglichenden Verbesserungen Gallands von nun an seinen Namen trägt, als ein gleichwertiges Mälzungssystem von betriebssicherer Anwendbarkeit einzubürgern.

Die Ausführung der Trommeln wurde der Berliner A.-G. für Eisen gießerei und Maschinenfabrik vorm. J. C. Freund & Co., Charlottenburg, übertragen, welche die erste Anlage in der Mälzerei der Schult-Heißbrauerei, Berlin-Pankow, aufstellte.

Die Trommel erfährt 1888 eine weitere Verbesserung dadurch, daß die innere Wand der Luftkammer um das Zentralrohr herum Durchlochungen enthält, die gruppenartig angeordnet sind, und seitlich der Verbindungslinie zwischen Mantelkanal und Zentralrohr liegen. Sie

sollen die Bildung toter Ecken zwischen Luftrohr und Innenwand verhindern. Wesentlicher war aber noch der Einbau eines Schiebers in die Luftkammer, welcher immer die oberen Kanäle verschließt, um zu verhindern, daß die Luft, statt ihren Weg durch die Keimschicht zu nehmen, durch den oberen Luftraum wählt (Abb. 45). Die Schieberstellung soll unabhängig von dem Ruhe- oder Bewegungszustand der Trommel sein.

Mehrfach ist nun auch versucht worden, Trommeln herzustellen, welche mehrere Abteilungen enthalten; u. a. soviel, daß täglich eine Abteilung mit fertigem Malz entleert, und wieder mit frischem Keimgut beschickt werden kann. Eine praktische Durchführung dieser Idee, nach welcher die Trommel z. B. in acht, durch radiale Wände getrennte Abteilungen geteilt wird, scheiterte aber stets.

Neben den Verbesserungen in baulicher und belüftungstechnischer Hinsicht, liefen auch Verbesserungen in der Anlage des Befeuch-

tungsturmes einher. Die Kokstürme genügten nicht mehr den Anforderungen. Sie waren nicht imstande, eine vollständig mit Feuchtigkeit gesättigte Luft zu liefern. Zudem hatte sich auf Grund der Erfahrungen herausgestellt, daß es nicht nur ein unbedingtes Erfordernis ist, vollständig mit Feuchtigkeit gesättigte Luft zum Belüften zu verwenden, sondern eine äußerst fein zerstäubte nebelartige, mit Feuchtigkeit übersättigte Luft zu benutzen.

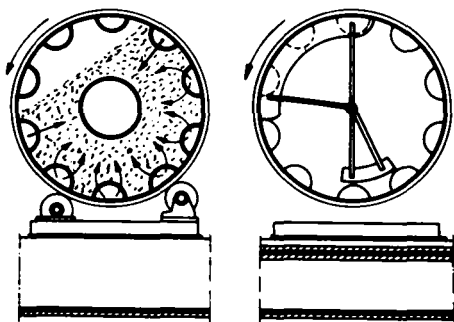


Abb. 45. Galland-Freundsche Trommel mit Schieber

So bewegten sich denn die Bestrebungen immer mehr dieser Richtung zu, bis es nach und nach gelang, an das Ziel heranzukommen. Von Anlagen, welche diesen Anforderungen am meisten entsprachen, sind besonders die von *Saladin-Prinz*, und die von *Leicht-Vaihingen* zu erwähnen. Erstere besteht in einer Reihe von perforierten Blechwänden, welche in Entfernungen von je 40 cm senkrecht hintereinander aufgestellt sind. Vor jeder Blechwand sind Streudüsen angebracht, durch welche das Wasser in senkrecht aufeinanderstehenden Strahlen einander entgegengespritzt, und dadurch in feinsten Nebel zerstäubt wird ¹⁾.

Bei der Anlage von *Leicht-Vaihingen* sind in einem Turm drei von unten nach oben nebeneinander verlaufende Schächte gebaut. Die Scheidewand zwischen dem ersten und zweiten ist unten, die zwischen

¹⁾ Goslich, Wochenschrift f. Brauerei 1905, S. 539.

dem zweiten und dritten oben offen. In dem unteren Teil des ersten Schachtes befindet sich eine Horde, mit schwacher Koksschicht bedeckt, und oben eine Anordnung von Streudüsen, die nach abwärts gerichtet sind; in dem zweiten sind oben vier paarweise gegeneinander gerichtete Streudüsen, und in dem dritten Schacht auch mehrere Paare (bis zu 5) solcher Düsen in verschiedener Höhe angeordnet. Die Luft wird oben in den ersten Schacht eingeleitet, von unten her dem zweiten, nach Durchgang desselben von oben dem dritten zugeführt, und unten abgeleitet ¹⁾. Auf diesem gewundenen Wege sättigt sie sich mit Feuchtigkeit, und wird zugleich durch die Koksschicht einer Reinigung unterzogen. Um eine nebelartige Zerstäubung hervorzurufen, welche auf diese Weise noch nicht erreicht wird, bedarf es noch besonderer Einrichtungen, wie z. B. des B o t h n e r schen Nebelapparates. Luft- und Wasserstrom werden dabei unter rechtem Winkel einander entgegengeführt, und derartig fein zerteilt, daß Nebel entsteht. Solche Düsen können auch unmittelbar vor der Trommel in den Lufteinführungskanal eingebaut werden.

Doch auch dieses System konnte noch Verbesserungen erfahren, wie sich im Laufe der Zeit als notwendig herausstellte. Von der Dreischachthanlage ging man bis zu Sechsschachthanlagen bei einer Vollanlage mit 8 Trommeln, und zu 12 Schächten bei einer Doppelanlage mit 16 Trommeln über, baute sie auch höher, bis zu 15 m, weil man erkannt hatte, daß eine um so feinere Zerstäubung und Sättigung erreicht wird, je länger der Weg ist.

Man wandte auch zum Teil andere Streudüsen an, von denen sich u. a. besonders die K ö r t i n g s c h e als sehr zweckmäßig erwies.

Selbst die Nebelapparate konnten entbehrlich gemacht werden, dadurch, daß man den Druck, mit dem man das Wasser den Düsen zuführt, wesentlich, auf 5—6 Atm. erhöht, wodurch die Zerstäubung den Feinheitsgrad feinsten Vernebelung erreicht.

Um der immer mehr erkannten Notwendigkeit Genüge zu leisten, nicht nur mit gleichmäßig zerstäubter, sondern auch gleichmäßig temperierter Luft zu jeder Jahreszeit arbeiten zu können, sah man vor, im Winter die einströmende Luft mit Dampf zu erwärmen, und in den Übergangszeiten und im Sommer sie abzukühlen, wozu sich am besten die Benutzung von gekühltem Wasser eignet. Um wirtschaftlicher zu arbeiten, ging man auch dazu über, das in den Türmen sich bildende Kondenswasser aufzufangen und wieder mit zu benutzen, und schließlich legte man auch besondere Kühlanlagen an, mit welchen das zur Verstäubung bestimmte Wasser in der wärmeren Jahreszeit gekühlt wird.

Bei der Überschreitung eines bestimmten Trommeldurchmessers hatte sich herausgestellt, daß die Durchlüftung auf Schwierigkeiten stößt, besonders in den Malzschichten zwischen den an den Mantel-

¹⁾ Siehe Abb. 44, S. 120.

wandungen liegenden Luftzuführungskanälen und dem Zentralrohr. Die Schwierigkeiten setzten ein, sobald der Trommeldurchmesser über 2,5 m hinausging. Wieder eine F r e u n d s c h e Erfindung war es, welche eine bessere Lösung der Lüftungsfrage für diese großen Trommeln erwarten ließ. Statt der Mantelkanäle waren freiliegende Kanäle eingebaut, und ihre Lage so bemessen, daß die Entfernung vom Mantel zum nächstliegenden Punkt der Rohrwand halb so viel beträgt, wie die Entfernung

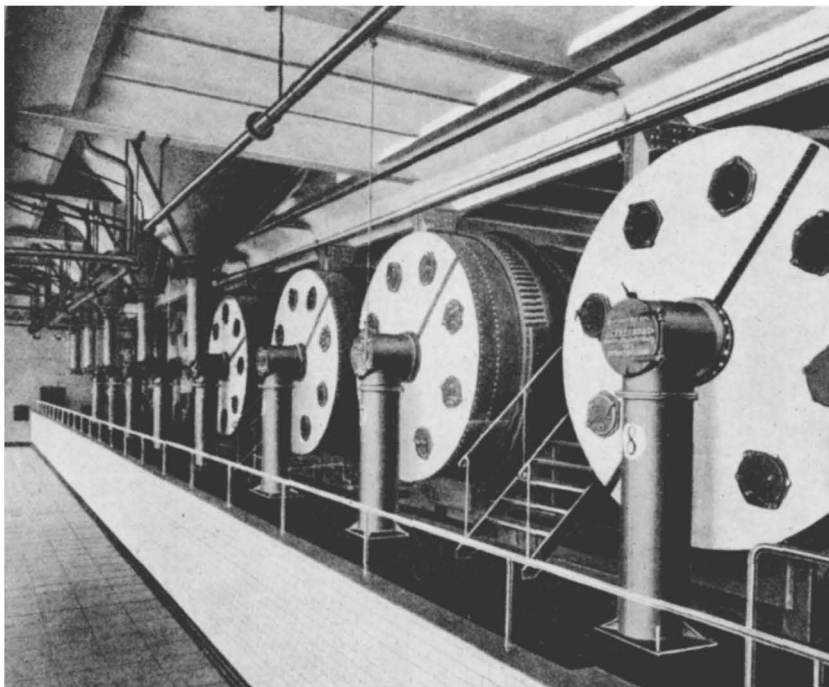


Abb. 46. Pneumatische Trommelmälzerei

des Zentralrohres zu dem diesem am nächsten liegenden Punkt der entgegengesetzten Rohrwand (Abb. 46).

Die Luftzuführungsrohre sind rund herum durchlocht, und lassen trotz ihrer Einbettung in das Keimgut die Luft auch durch die zwischen ihnen und dem Trommelmantel liegenden Schichten hindurchgehen.

Doch auch mit dieser Idee scheint man noch nicht die richtige Lösung gefunden zu haben. Feststellungen ergeben immer noch, daß Ungleichheiten in der Belüftung auftreten, die zu verhindern die freiliegende Anordnung der Lüftungsrohre nicht imstande ist. Ihre Ursache glaubt man in der Ungleichheit der Belüftungsquerschnitte zwischen den luftzuführenden freiliegenden Kanälen und dem Zentralrohr suchen zu müssen. Und

so begegnet man denn in jüngster Zeit wieder Trommeln, welche ohne freiliegende Kanäle gebaut, dafür aber wieder wie früher mit Wandkanälen (bis zu 12 Stück) ausgestattet sind, denen indes eine zweckentsprechendere Form gegeben ist, um Ungleichheiten in der Durchströmung der Malzschicht zu verhindern.

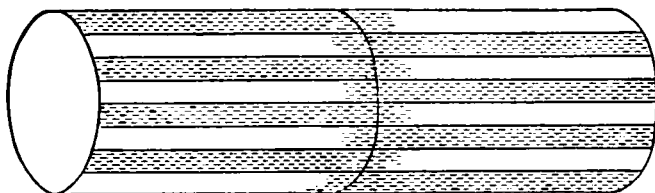


Abb. 47. Innerer Mantel der Schwagertrommel

b) Die Schwagertrommel

Mit einer neuen Idee bezüglich Bau und Belüftung trat dann C. S c h w a g e r (1898) hervor ¹⁾. (Abb. 47 und 48.) Die nach ihm benannte Trommel besitzt einen Doppelmantel, und an jeder Stirnseite eine Luftkammer. Das Innere enthält das Zentralrohr, welches durch eine feste Mittelwand geteilt ist (Abb. 48). Der Zwischenraum zwischen

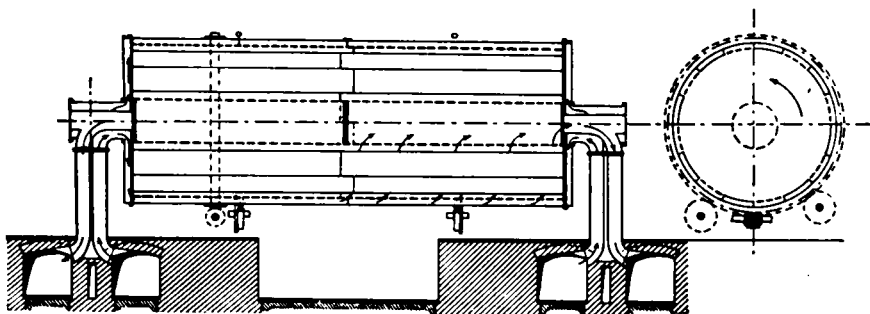


Abb. 48. Schwagertrommel

Innen- und Außenmantel ist durch Längswände in Kammern geteilt, welche von Stirnseite zu Stirnseite reichen, und gegeneinander abgeschlossen sind. Die innere Wand jeder Kammer ist in der einen Hälfte aus fester, in der anderen Hälfte aus durchlochter Platte hergestellt. Jede Hälfte reicht von der Stirnseite bis zur Mitte. Im Wechsel ist nun immer eine Kammerhälfte mit festem Boden neben einer mit durchlochten Boden angeordnet. Nach der Stirnseite ist immer nur diejenige Hälfte offen, deren Boden fest ist, nach der anderen Stirnseite die Kammer aber geschlossen. Von beiden Stirnseiten aus wird die Luft zugeführt. Sie

¹⁾ F. S c h ö n f e l d , Wochenschrift f. Brauerei 1905, S. 531.

kann aber nur in diejenigen Kammern eintreten, deren Böden nach dieser Seite fest sind. Bis zur Mitte der Kammer vorgedrungen, nimmt sie dann ihren Weg durch den durchlochten Boden in das Keimgut, durchstreicht dieses in der Richtung des Zentralrohres, und wird durch dieses abgesaugt.

Die Belüftung geschieht auf diese Weise nicht über die ganze Länge des Keimgutes, sondern nur je zur Hälfte. Es sind gewissermaßen zwei Luftströme, welche durch mehrere Kammern von beiden Seiten aus zugeführt werden, und das Keimgut sehr gleichmäßig kreuzweis durchlüften. Das Einstromen der Luft in die oberhalb der Malzschicht liegenden Kammern wird durch automatische Schließung, gleich wie bei den Galland-Freund'schen Trommeln, verhindert.

c) Die Tildentrommel

Ein besonderes System stellt auch die Tildentrommel (1904)¹⁾ dar. Zentralrohr und Mantel bestehen aus geschlitztem Blech. Das Zentralrohr reicht beiderseits an den festen Boden der Trommel heran. Die Luft wird in das Zentralrohr hineingedrückt, und durchdringt von hier aus allseitig die Malzschicht, anfänglich allerdings mehr den oberen Leerraum, später aber, da die Trommel so weit gefüllt wird, daß der Zwischenraum zwischen Mantel und Zentralrohr voll ausgefüllt ist, die ganze Malzschicht gleichmäßiger. Scheidewände an dem Mantel dienen dazu, während der Rotation das Vorrollen der an den Wandungen liegenden Teile zurückzuhalten, dagegen das Abgleiten der inneren Teile nach außen zu begünstigen, was einer besseren Durchmischung Vorschub leisten soll.

Die Tildentrommel ist zugleich auch Darrtrommel. Zu dem Zweck ist in den inneren Zylinder ein Heizrohrsystem eingebaut, welches mit überhitztem Dampf geheizt wird. Die Darrung erfolgt teils durch Übertragung der strahlenden Hitze, teils durch Zuführung von Heißluft.

Die Idee, die Trommel zum Darren zu verwenden, war damals schon nicht mehr neu. Galland hatte schon 1884 eine Darrtrommel konstruiert. Freund verbesserte sie 1899, indem er in die Kanäle Heizrohre einbaute, die ebenso wie bei der Tildentrommel sowohl direkt strahlende Wärme abgeben, wie dazu dienen, die zugeführte Luft anzuwärmen. Während diese aber ausschließlich nur als Darrtrommeln gebaut werden, ist die Tildentrommel sowohl als Darr- wie Keimtrommel zu verwenden.

Die späteren Jahre bringen kaum noch Neuerungen von praktischer Bedeutung. Die von nun an gebauten Trommeln sind im System dieselben, mögen sie auch konstruktiv hie und da Abänderungen aufweisen.

¹⁾ W. Schwackhöfer, Zeitschrift f. ges. Brauwesen 1904, S. 825.

d) Die Topftrommel

In der überwiegenden Mehrzahl ist es die Trommel mit festem Mantel, und der Luftkammer an der Lufteintritts-Stirnseite. In einzelnen Fällen findet man auch, in Anlehnung an die allerersten Keimtrommeln von V a l l e r y bzw. L a c a m b r e, bei welchen der Mantel aus Drahtgeflecht bestand, Trommeln mit geschlitztem Mantel (T o p f).

Im Unterschied zu Anlagen, welche aus Trommeln mit festem Mantel bestehen, und insgesamt nur einen Kühlturm benötigen, ist für jede Trommel mit geschlitztem Mantel ein besonderer Kühlturm erforderlich. Die Konstruktion der Trommel gestattet eine Regelung des Luftdurchganges nicht. Immer wird die Luft die obersten Teile der Malzschicht,

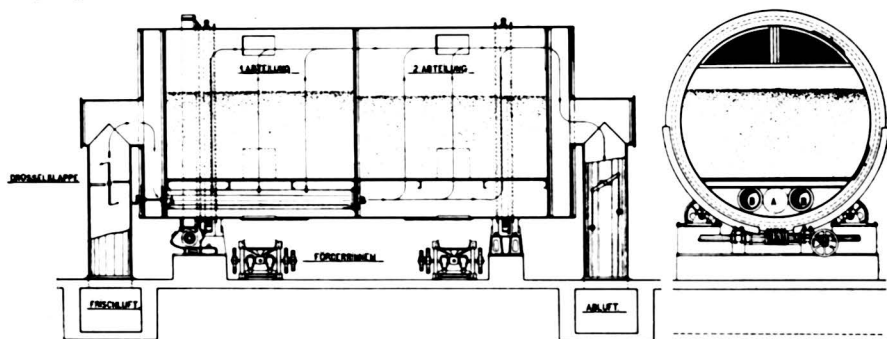


Abb. 49. Gruber-Topfische Kasten-Keimtrommel

welche den wenigsten Widerstand bieten, durchstreichen. In den Ruhestadien werden die oberen Malzschichten ständig durchlüftet, die unteren aber von der Durchlüftung ausgeschlossen. Erst die Drehung der Trommel bringt die unteren Schichten in die Durchlüftungszone. Das Lüften ist daher nur bei der Drehung von Wirkung, auch in Bezug auf Abkühlung.

Bei einem System von Trommeln dieser Art, bei welchem eine jede Keimgut von anderem Wachstumsstadium enthält, können nicht alle Trommeln zugleich in Ruhe oder in Bewegung sein. Entsprechend der Notwendigkeit, Temperatur und Kohlensäureabfluß nach Bedarf zu regeln, sind die einzelnen Trommeln nicht zu gleicher, sondern zu verschiedenen Zeiten zu lüften, und da die Luft, welche nicht eingesaugt, sondern eingblasen wird, mit Wasserdampf gesättigt und gekühlt sein muß, benötigt jede Trommel einen besonderen Kühlturm.

Auch die Grubersche Konstruktion mit der e i n g e b a u t e n H o r d e, erstand in einem neuen Kleide. T o p f nahm sie wieder auf. Bemerkenswert ist dabei, daß die Lüftung nur bei Stillstand der Trommel durchgeführt wird, wobei diese so eingestellt sein muß, daß die Horde horizontale Lage einnimmt, da die Luft unterhalb der Horde eingblasen, und oberhalb des Keimgutes durch ein Abflußrohr, das früher im Scheitel saß, jetzt an einer Stirnseite sitzt, abgeführt wird.

Von allen Systemen hat dasjenige, welches sich der Trommel mit geschlossenem Mantel, der Luftkammer an der Lufteintritts-Stirnseite, der geschlitzten Wandrohre, bzw. der geschlitzten freiliegenden Rohre bedient, das Galland-Freundsche System, die allerweiteste Verbreitung gefunden. In bescheidenem Umfange nur hat die Tildentrommel, die Freundsche Darrtrommel, und die Schwagertrommel mit geschlitztem Mantel sich Eingang in die Mälzereien als reguläre Betriebsanlage verschaffen können. Vereinzelt begegnet man auch nur der Lacambre-Vallery-Topfanlage, bei welcher Trommeln mit geschlitztem Mantel Verwendung finden. Dagegen scheint man der Gruber-Topfschen Trommel wegen der Einfachheit der Konstruktion und Bedienung, der Schonung des Gewächses und der Erzielung sehr gleichmäßigen Wachstums, mehr und mehr Interesse entgegen zu bringen.

Außer diesen Konstruktionen hat der Erfindergeist noch zahlreiche andere Anlagen ersonnen, bei denen teils Art und Anordnung der Lüftungskanäle, teils der Abschlußschieber der oberen Leerraumkanäle, teils die Abschlußvorrichtungen, teils Mehrkammersysteme (T o p f u. a.), teils Anwendung von Rührwerken, und andere Einrichtungen mehr als Verbesserungen gelten sollten. Alle, mit Ausnahme der Topfschen Zweikammersysteme, blieben indes nur Erfindungen auf dem Papier. Höchstens daß die Konstruktion von B e h r, Cöthen, bei welcher eine Trommel mit radial abgetrennten Abteilungen verwendet wurde, vorübergehende Anwendung erlebte.

2. Richtlinien und Arbeitsweisen

a) Allgemeine Richtlinien

Die Entwicklung des Trommelbaus vollzog sich in bekannter natürlicher Weise. Von der kleinen Form aufwärts erstanden die Trommeln in immer größerem Ausmaße, bis zu einem Fassungsraum von 150, ja bis 300 dz. Frühzeitig erkannte man schon, daß der räumlichen Gestaltung größte Beachtung beizulegen war. Länge gegen Durchmesser mußte in ein bestimmtes Verhältnis zueinander gebracht werden, das indes immerhin in nicht sehr engen Grenzen gehalten zu werden braucht, wenn es nur nicht über 2—4 : 1 (Länge : Durchmesser) hinausgeht. Anderenfalls ist mit Lüftungsschwierigkeiten zu rechnen.

Bezüglich der Wahl der Arbeitsmethoden mußte die Erfahrung erst wieder die Unterlagen für die einzuschlagenden Richtlinien schaffen, aus denen sich dann unter Berücksichtigung einer Reihe verschiedener Umstände nach und nach wohldurchdachte Arbeitsregeln entwickeln konnten. Die zu berücksichtigenden Faktoren umfassen:

1. Weichbehandlung,
2. Behandlung des Naßhaufens,
3. Anlage der Befeuchtungstürme,

4. Regulierung der Temperatur, Feuchtigkeit und Kohlensäurebeseitigung im Keimgut,
 - a) durch Lüftung und Kühlung des Keimguts
 - b) durch Wechsel von Ruhe und Drehung,
5. Schwelken.

Mit Rücksicht auf die verhältnismäßig schwere Entfernung des dem Naßhaufen in der Trommel anhaftenden Wassers, zumal wenn, wie es verschiedentlich gehandhabt wird, das Weichgut mit Wasser zusammen in die Trommel gelangt, ist Bedacht darauf zu nehmen, daß das Korn im Weichstock noch sorgfältiger vor dem Überweichen geschützt wird, wie bei der Tennenmälzerei. Unter der Wirkung des anhaftenden Wassers und der Zeit tritt bei dem Naßhaufen noch eine Nachweiche ein, die stark genug werden kann, um die Bildung trockener Lösung zu verhindern, dagegen die feuchter Lösung zu veranlassen.

Da erfahrungsgemäß der Eintritt der Keimung beschleunigt wird, wenn das aus dem Weichstock kommende Keimgut früh zum Abtrocknen gelangt, und da die gleichen Verhältnisse wie für die Mälzung auf der Tenne auch für die Trommeln bestehen, so muß auch der Naßhaufen, unter Verwendung von Raumluft, die nur mit ihrer natürlichen Feuchtigkeit beladen ist, so lange belüftet werden, bis das anhaftende Wasser entfernt ist. Normalerweise muß dafür eine Zeit von 12—18 Stunden genügen, so daß dann auch schon das Keimgut sich im Zustand des Spitzens befindet, wenn es nicht vorher schon dazu gekommen ist.

b) Die einzelnen Arbeitsgänge

a) Luftbefeuchtung

Eines der wichtigsten Momente bei der Trommel-, wie überhaupt bei der pneumatischen Mälzerei, bildet der *B e f e u c h t u n g s t u r m*¹⁾, bzw. die Befeuchtungsanlage. Sie soll vollständig gesättigte Luft liefern, welche beim Durchströmen durch das Keimgut diesem möglichst wenig Feuchtigkeit entzieht. Ja noch mehr. Übersättigte Luft soll sie liefern, da einesteils schon auf dem Wege zum Keimgut durch Anprall und Reibung Wasser niedergeschlagen wird, anderenteils beim Durchgang durch das Keimgut, welches höhere Temperaturen besitzt und darum wasser-aufnahmefähiger ist, Feuchtigkeit fortgenommen wird.

Veränderungen im Wassergehalt der zugeführten Luft lassen sich am weitgehendsten einschränken, wenn das Wasser in die denkbar feinsten Teile zerteilt wird, was bekanntlich bei der Nebelform der Fall ist. Darum muß die in dem Befeuchtungsturm gesättigte, bzw. übersättigte Luft das Plus an Wasser in Form von Nebel mit sich führen. Entsprechende Einrichtungen müssen dafür geschaffen werden. In zweckmäßig gebauten Düsen, die auch zweckmäßig anzuordnen sind,

¹⁾ Siehe Abb. 44, S. 120.

hat man sie gefunden, die diese Nebelbildung hervorbringen, wenn zugleich hoher Wasserdruck, am besten 5—6 Atm., zur Anwendung kommt. Denn gerade das Durchpressen mit möglichst hohem Druck ist eine wichtige Vorbedingung für feinste Zerstäubung.

Von Bedeutung ist es auch, welche Wegstrecken die Luft zurücklegen muß, um dem Nebel ausgesetzt zu sein. Und da hat sich herausgestellt, daß die Luft gezwungen werden muß, recht lange Wege im Kühlturm zurückzulegen, damit sie in Abständen mit Nebelapparaten befeuchtet wird. Gerade in diesem Moment der Langstreckenwanderung im Turm hat man die zweckmäßigste Lösung der Luftbenebelung gefunden, weshalb man auch den Türmen eine immer größere Höhe (bis zu 15 m) gegeben, und sie in mehrere vertikal verlaufende Schächte geteilt hat, so daß die Luft nacheinander in ab- und aufsteigender Richtung sie durchströmen kann. Vereinzelt werden auch noch Koksschichten, die auf unten eingebaute Horden aufgelegt sind, zwecks Reinigung der Luft verwendet.

β) Temperatureinstellung

Von größter Wichtigkeit ist neben der Einstellung auf den Nebelzustand die Einstellung auf möglichst gleichbleibende, kühle Temperatur, was in einfacher Weise nach Bedarf unter Vermittlung von Dampf oder Wasser, in besonderen Apparaten vorgekühlt, zu erreichen ist.

Entsprechend der durch die Praxis gewonnenen Erkenntnis, daß nur unter Kühllhaltung des Keimgutes bestes Malz erzeugt werden kann, hält man auch allgemein daran fest, die Eintrittstemperatur der Luft entsprechend niedrig zu halten. Als geeignet hat sich die Temperatur von 8—10° C erwiesen.

Unter der Wirkung der lebhaften Atmung der in der Trommel befindlichen ungeheuren Kornmasse, wird in dem in engem Raum eingeschlossenen, und diesen annähernd füllenden Malzhaufen eine überaus große Wärmemenge erzeugt, welche auf natürlichem Wege nicht abfließen kann. Sie würde sich in kürzester Zeit stark anstauen, und Ausmaße annehmen, welche für den Gang des Abbaus und der Lösung der Grundstoffe des Gerstenkornes von großem Nachteil wären. Der Wärme müssen darum künstlich Abzugswege geschaffen und Verfahren angewendet werden, welche die Wärme auf mechanischem Wege entfernen.

Bei der Kühllhaltung der Tennenhaufen ist es die gewöhnliche Außenluft, welche die Wärme aufnimmt, und fortführt. Im Zustand der Haufenruhe geschieht das nur unvollständig. Wird indes die Keimmasse Schaufel nach Schaufel durch die Luft geworfen, tritt die Abkühlung sofort ein. Auch der mit dem Pflug gepflügte Haufen erfährt durch das Umstürzen eine Abkühlung und dabei solche Lockerung, daß durch die entstandenen

Hohlräume der Luft weitgehend Zutritt zu den einzelnen Stellen geschaffen wird, so daß Kohlensäure und Wärme abfließen können.

Erfahrungsgemäß wird die Ankeimung bei den Keimtrommeln stark verzögert, wenn man daran festhält, nur kalte Luft durch das nasse Weichgut durchzuleiten, um das anhaftende Wasser zur Verdunstung zu bringen. Vorteilhaft hat es sich z. B. erwiesen, von der Verwendung kalter Luft Abstand zu nehmen, und warme feuchte Luft zu benutzen. So kann die tote Periode abgekürzt, die Ankeimung beschleunigt, und längere Zeit für die Keimung gewonnen werden. Die Trommel bleibt während der Zeit in Ruhe.

Die durch die Wärme während der Vorkeimzeit gegebene Anregung löst einen so erheblichen Wachstums- und Enzymentwicklungstrieb aus, daß dieser auch unter der nach dem Einsetzen der Keimung angewandten Kühllhaltung in so günstiger Weise vonstatten geht, daß selbst bei strenger Innehaltung niedriger Temperaturen während der ganzen Keimzeit unschwierig gleichmäßig gute Lösung zu erhalten ist; bessere als ohne Anwendung des Vorwärmeverfahrens. Die Vorteile, die somit erreicht werden, liegen offensichtlich auf der Hand. Sie lassen sich auch in gleicher Weise bei den Keimkästen erreichen.

2) Belüftung

Auch beim Trommelhaufen wird die durchströmende Luft zu Hilfe genommen, um die erzeugte Wärme zu beseitigen. Große Luftmengen sind es hier aber, welche durch den Keimhaufen durchgesaugt bzw. durchgeblasen werden müssen, um die ununterbrochen gebildete Wärme fortzuführen, und damit auch eine weitere Erwärmung zu verhindern, was aber bekanntlich bei den in der Praxis angewandten Arbeitsmethoden nicht ganz zu erreichen ist. Ventilatoren schaffen sie heran, welche zwecks Ansaugens bei den Trommeln mit festem Mantel rückwärts, bei den Trommeln mit geschlitztem Mantel zwecks Durchblasens vorwärts aufgestellt sind.

Außer der Beseitigung der durch die Atmung erzeugten Wärme, fällt den Ventilatoren auch die Aufgabe zu, die durch die Verbrennung erzeugte Kohlensäure zu beseitigen, und Ansammlungen davon über gewisse Grenzen hinaus in der Keimgutmasse zu verhindern. Voller Erfolg, namentlich auch in der Gleichmäßigkeit der Belüftung, ist aber nur zu erwarten, wenn der Bau der Trommeln auch entsprechend Berücksichtigung erfahren hat.

Nicht minder kommt es auf die richtige Einstellung der Ventilatoren und ihrer Leistung an, um Menge und Geschwindigkeit der Luft zu regulieren. Dabei ist die Einstellung auf mengenmäßige Leistung von größerer Bedeutung als die auf bestimmte Geschwindigkeit. Wärme- und Kohlensäurenester an irgendwelchen Stellen des Keimgutes müssen verhindert werden, nicht nur, damit einem zu

weitgehenden enzymatischen Abbau vorgebeugt wird, sondern auch um die Entstehung von Verfilzungen zu verhüten, die nicht wieder auseinander zu reißen sind.

Erfahrungsgemäß wird die Lüftung all diesen Anforderungen gerecht, sofern richtige Querschnitte zwischen den luftzuführenden Kanälen und dem Abzugsrohr gewählt sind, wenn 30—40 cbm Luft je Minute z. B. bei den G a l l a n d - F r e u n d s c h e n Trommeln durchgesaugt werden können. Daß aber solche Mengen nicht ständig zur Durchleitung kommen dürfen, erfordert die Rücksicht auf den jeweiligen Wachstumszustand bzw. die jeweils erzeugte Wärme- und Kohlensäuremenge. Teils wird darum mit geringeren, teils mit größeren Zuführungsmengen zu arbeiten sein.

δ) Das Drehen der Trommel

Die bei der Atmung erzeugte Wärme könnte nun zwar auch vollständig im Ruhezustand der Trommel entfernt werden, gleich wie auch die Kohlensäure. Es würden allerdings dazu erheblich größere Luftmengen erforderlich sein. Bestünde zwar die Möglichkeit diesbezüglich, annähernd gleichmäßige Bedingungen für Wachstum, Enzymbildung und Lösung zu schaffen, so verbietet sich doch eine derartige Überlüftung aus schon dargelegten Gründen. Und selbst bei reichlicher, aber doch keineswegs übermäßiger Lüftung liegen die praktischen Verhältnisse, genau besehen, so, daß immerhin erhebliche Temperaturunterschiede im Haufen vorkommen, Unterschiede im Kohlensäuregehalt, vielleicht mit Ausnahmen, 2% kaum überschreiten.

Eingehende Untersuchungen von verschiedenen Seiten liegen darüber vor¹⁾. Sie kommen alle zu demselben Ergebnis, ob es sich um kleinere oder größere Trommeln handelt. Immer nur konnte festgestellt werden, daß der Gehalt an Kohlensäure kaum 2% überschritt, in welchem Wachstumszustand sich auch der Haufen befand. Auch selbst bei Trommeln mit freiliegenden Lüftungskanälen war die Durchlüftung eine gleichmäßige.

Das Auftreten von Temperaturschwankungen, wie sie maximal festgestellt wurden, ist aber mit Rücksicht auf die Einhaltung gleichmäßiger, ruhiger und vorsichtiger Haufenführung nicht erwünscht. Die mit zunehmendem Wachstum steigenden Wärmemengen könnte man wohl auch entfernen, wenn man die Luftzuführung entsprechend steigern würde. Zweckmäßigkeitsgründe sind es, welche davon absehen lassen. Zudem ist damit nicht die Gefahr abgewendet, daß das Keimgut durch Verschlingung seines Wurzelgewächses zu einer derartig gewaltigen Filzmasse zusammenwächst, daß ihre Entfernung aus der Trommel nur mit den allergrößten Schwierigkeiten verbunden ist. Darum wird es not-

¹⁾ B l e i s c h, Zeitschrift f. ges. Brauwesen 1904, S. 45 ff.

F. S c h ö n f e l d, Wochenschrift f. Brauerei 1905, S. 577.

wendig, von Zeit zu Zeit die Körner anderweitig zu verlagern und locker zu halten, und auch die Verflechtungen ihres Wurzelgewächses zu verhindern, sowie einen möglichst vollständigen Temperatenausgleich zwischen den verschiedenen Schichten zu schaffen. Kein geeigneteres Mittel gibt es aber dazu, als die zeitweise *Drehung der Trommel*. Dreh- und Ruhezeiten müssen sich abwechseln.

Erfahrungssätze sind es wieder, denen man folgt, wenn man die Trommel in bestimmten Zeitabständen dreht, bzw. stehen läßt. Dabei sieht man für die Drehung wesentlich kürzere Zeit vor wie für die Ruhe, da zu beobachten ist, daß die Drehung die Entwicklung der Keime zurückhält, und damit, infolge des Rückstoßes auf die enzymatischen Vorgänge, auf Atmung sowohl wie auf Abbau und Lösung hemmend einwirkt. Im Ruhezustand dagegen, wenn äußere Eingriffe auf das Wurzelgewächs nicht einwirken, Stöße gegen das zarte Wurzelgebilde, Zellverletzungen durch Aufschlag, Einknickungen und andere Beschädigungen mehr abgehalten werden, findet das Wurzelgewächs erst die notwendigen Voraussetzungen für ungehindertes Wachstum. Dem Keimgut deshalb ausreichend Ruhe zu geben, ist einer der wichtigsten Grundsätze bei der Trommelführung.

In welchen Abständen die Trommeln zu drehen sind, richtet sich

1. nach dem Wachstumszustand,
2. dem Durchmesser, bzw. der Größe der Trommel,
3. der Umdrehungszeit der Trommel,
4. der durch den Ventilator zugeführten Luftmenge,
5. der Temperatur der zugeführten und ausströmenden Luft.

Alle Faktoren müssen einander angepaßt werden, so daß mit geringsten Umdrehungen gearbeitet werden kann.

Im Anfang, wo die Atmung und Wärmeentwicklung noch schwach ist, können die Trommeln länger in Ruhe bleiben als im Stadium des Wachshaufens, bzw. Galoppaufens, und auch nach dem Ende der Keimperiode zu wieder, wo Atmung und Erwärmung mehr und mehr erlahmen, kann die Zeit der Ruhe länger ausgedehnt werden.

Kleinere Trommeln mit kleineren Kornmassen können länger in Ruhe bleiben als große Trommeln mit großen Kornmassen. Bei Trommeln mit langen Umdrehungszeiten kann dem Keimgut nicht so viel Ruhe gegönnt werden, als mit kürzeren, da bei langer Ruhe und zu langsamer Umdrehung die Wärme nicht schnell genug abzuführen ist. Die Umdrehungszeiten von großen Trommeln betragen im allgemeinen 45—50 Minuten, vereinzelt auch doppelt so viel, bzw. noch mehr; die der kleinen Trommeln etwa 26—30 Minuten.

Es ist natürlich, daß Luftmenge und Temperatur ganz besonders für die Ruhezeiten in Länge und Abständen mitbestimmend sind. Bei Zuführung großer und kühler Luftmengen, welche die Wärme aus dem

Haufen schneller fortnehmen, lassen sich längere Ruhezeiten einhalten als bei Zuleitung geringerer und nicht so kühler Luft.

Unter der in erster Linie zu stellenden Bedingung ausreichender Luftzuführungsmengen pflegt man eine Luftgeschwindigkeit zwischen 5 und 8 m zu wählen, und sie mengenmäßig so einzustellen, daß sie sich beim Austritt aus der Trommel innerhalb bestimmter Temperaturgebiete hält. Die Richtlinien hierfür geben die einzelnen Stadien der Keimung. In den ersten Tagen läßt man die Temperatur der *a u s s t r ö m e n d e n* L u f t um etwa 3—4, in den späteren Tagen um 4—5°C über die der Eintrittsluft ansteigen. Hierin ist insofern ein Anhaltspunkt über die in der Trommel herrschende Temperatur gegeben, als diese höchstens um 3—4°C darüber liegt, sofern sachgemäße Ventilation, richtige Trommelkonstruktion und sachgemäße Handhabung in der Trommelführung vorliegen.

Im Rahmen all dieser Richtlinien haben sich nun in den einzelnen Mälzereien auf Grund eigener Beobachtungen und Erfahrungen gewisse Arbeitsschemen herausgebildet, welche im großen und ganzen an einer gewissen Linienführung festhalten, dabei aber doch beweglich genug eingestellt sind, je nachdem es die Beschaffenheit der Gerste und ihr Wachstum erforderlich machen. Auch hier ist, wie beim Wachstum auf der Tenne, zu beobachten, daß der Haufen nicht aus dem Schweiß gerissen wird, was sich bekanntlich an dem Aussehen der Trommelwandungen erkennen läßt, welche ganz besonders im Zustand der Schweißbildung Feuchtigkeitsniederschlag aufweisen müssen.

Um einige Beispiele für ein Arbeitsschema bei einer großen Trommel von einem Fassungsraum von etwa 100 dz zu geben, mögen zwei aus meinem aus der Praxis gesammelten Material aufgeführt sein, wobei indes bemerkt werden muß, daß dieses Schema keineswegs als zweckentsprechender angesehen zu werden braucht, als Arbeitsgänge, bei welchen andere Intervalle zwischen Ruhe und Drehung, und andere Zeiten angewandt werden.

Beispiel 1:

1. und 2. Tag nach je 3 Stunden Ruhe 1 Stunde drehen,
3. und 4. Tag nach je 2 Stunden Ruhe 1 Stunde drehen,
5. und 6. Tag nach je 3 Stunden Ruhe 1 Stunde drehen,
7. Tag nach je 5—8 Stunden Ruhe 1 Stunde drehen,
8. Tag 7—10 Stunden Ruhe, Trommelentleerung.

Umdrehungszeit 48 Minuten.

Beispiel 2:

1. und 2. Tag nach je 5 Stunden Ruhe 2 Stunden drehen,
3. und 4. Tag nach je 4 Stunden Ruhe 2 Stunden drehen,
5. und 6. Tag nach je 6 Stunden Ruhe 2 Stunden drehen,
7. und 8. Tag nach je 8—10 Stunden Ruhe 2 Stunden drehen.

Umdrehungszeit 45 Minuten.

Diese Richtlinien für die Ruhe und Drehung und für ihr zeitliches Verhältnis zueinander, pflegt man nicht nur bei Trommeln mit festem Mantel (Galland-Freund, Schwager) anzuwenden, sondern auch bei den Vallery-Topfschen Trommeln mit geschlitztem Mantel. Die Gruber-Topfschen Trommeln mit der eingebauten Horde erfordern indes eine andere Behandlung. Sie benötigen eine so oftmalige Drehung nicht.

Doch auch bemerkenswerte Abweichungen hiervon kann man, wenn auch meines Wissens bisher nur erst ganz vereinzelt feststellen. So ist mir eine Anlage bekannt, bei der die geschlitzten Trommeln gleich wie die Keimkästen in einen Einzelraum eingebaut sind, und man sich auch die Erfahrungen, die dort gesammelt wurden hinsichtlich der Behandlungsmethoden, zunutze gemacht hat. Den Raum setzt man gleichfalls unter einen schwachen Überdruck (20 mm) und erreicht damit, daß die Trommel von einer vollständig gesättigten Luft umgeben wird. Das Keimgut kann damit gleichmäßig durchlüftet, und in seiner Masse auf ziemlich gleichmäßiger Temperatur gehalten werden. Nur mäßiges Durchleiten wird erforderlich, was genügt, die Trommel nicht so oft und lange zu drehen, als unter den sonst angewandten Behandlungsmethoden — Vorteile, welche in verschiedener Hinsicht beachtlich sind; in physiologischer sowohl wie in betriebstechnischer.

ε) Schwelken

Von nicht minderer Wichtigkeit ist das Schwelken des Grünmalzes vor der Entleerung aus der Trommel. Die Notwendigkeit ergibt sich namentlich im Hinblick auf zwei Momente: einmal ist zu bedenken, daß die Malzschicht eine ungewöhnlich hohe ist. In großen Trommeln beträgt sie bis zu 2,5 m. Da ist es nur natürlich, daß unter diesem Druck das weiche Korn eingeengt wird.

Sodann ist zu beachten, daß die ständige Zuführung von Luft, welche mit Feuchtigkeit gesättigt, bzw. übersättigt ist, im Korn die Bildung von Hohlräumen unterbindet. Unabhängig davon, ob der Mehlkörper zur Lösung gelangt, oder sie nicht erreicht, hat das Korn nicht die Möglichkeit, luftgefüllte Kanäle zu bilden. Die gesamte Zellmasse liegt dicht aneinandergepreßt zusammen. Sie zu lockern, ist ein Haupterfordernis, um Darrmalz von mürber Beschaffenheit zu erhalten. Kanäle, mit Luft erfüllt, müssen entstehen, ehe das Malz der Darre zugeführt wird.

Zu diesem Zweck sind große Luftmengen in das fertige Grünmalz zu leiten, welche nur mit dem Feuchtigkeitsgehalt der Raumluft geschwängert sind. Sie entziehen dem weichen Korn Wasser und verschaffen der Luft Zutritt. Poren und Kanäle können sich bilden. Die Auflockerung setzt ein, und kann auch reichlich weit vorschreiten, sofern nur von dem Mälzer alle ihm zur Verfügung stehenden Mittel sach-

und kunstgerecht angewandt werden, und die Gerste ihrer chemischen Zusammensetzung und ihrer physikalischen Struktur nach sich auch fügen will. Dann kann aber auch das Gewächs, wie es beim Tennenmalz der Fall ist, die vom Mälzer gern gesehene und angestrebte kräftige Wurzelkeimentwicklung mit reichlicher Kräuselung annehmen, wenn er kalt genug führt, mit Nebelluft arbeitet, und daran festhält, die Trommeln nur so oft und so lange zu drehen, als es gerade zum Temperatúrausgleich nötig ist; ein Zuviel aber auf jeden Fall vermeidet.

B. Die Kastensysteme

1. Die Entwicklung zum Saladin-Mügersystem

Nach Heinzelmann¹⁾ reichen die Anfänge der Kastenmälzerei auf den Anfang der 70er Jahre des vorigen Jahrhunderts zurück. Zu praktischen Erfolgen führten sie gleich noch nicht. Neue Anregungen gab dann Galland mit seiner Idee (1874), die Keimung in Kästen mit gelochten Böden vorzunehmen, und ein ganzes Mälzungssystem in der Weise aufzubauen, daß soviel Kästen nebeneinander angeordnet werden, als Keimtage erforderlich sind. Das in Höhe von 30—40 cm liegende Keimgut sollte nach Bedarf durch angefeuchtete Luft teils von oben, teils von unten, teils im Kreislauf gelüftet werden. Er sah auch vor, die Kästen statt nebeneinander übereinander anzuordnen, und dann das Keimgut von Tag zu Tag jeweils in den darunterliegenden Kasten wandern zu lassen. Diese Idee griffen späterhin Quiri, Völckner und Kropf unter teilweiser Modifikation wieder auf.

Praktische Bedeutung erhielt das Gallandsche System indes erst durch die Erfindung Saladins, welcher in der Brauerei Maxéville bei Nancy, unter der Direktion von Galland, als Ingenieur tätig war. Bisher fehlte es an einer geeigneten Methode, das Keimgut umzulagern. Galland hatte sich die Umlagerung in der Weise gedacht, daß bei dem System mit nebeneinandergeschalteten Kästen die einzelnen Kästen in verschiedene Abteilungen geteilt werden, eine Abteilung stets leer bleibt, und in diese nun das Keimgut der benachbarten übergeschauelt wird, in die leer gewordene dann wieder das der nächsten, und so fort.

Saladin löste das Problem des Umlagerens durch Konstruktion einer im Kasten hin und her zu bewegendes senkrechten Schraube. Damit wurde das System dann praktisch als Betriebseinrichtung verwertbar, und Saladin, obgleich er nur auf Ideen von Galland aufgebaut hatte, der Namensträger der Kastenmälzerei.

Zur praktischen Einführung in verschiedene Betriebe gelangte auch eine Ausführungsform (System Schilcher, Völckner), welche aus einem einzigen viereckigen langgestreckten Kasten besteht, und u. a.

¹⁾ Heinzelmann, Wochenschrift f. Brauerei 1902, S. 494 ff.

in der Brauerei-Gesellschaft Eichbaum, Mannheim ¹⁾, als Anlage mit zwei Keimkästen von je 8,5 m Breite und 48 m Länge aufgestellt wurde, jetzt aber nicht mehr vorhanden ist. Das auf der perforierten Horde liegende Keimgut wandert nach und nach über die ganze, durch keine Scheidewände getrennte Bodenfläche hinweg. Dafür ist der Fußboden des darunterliegenden Luftraumes durch niedrige Scheidewände in zahlreiche (20) Abteilungen eingeteilt. Am Boden jeder Abteilung liegt ein Rohr, welches zum gemeinsamen Luftkanal führt. Die beiden letzten Abteilungen sind gegen die benachbarten durch eine bis an die Horde hochgeführte Wand abgetrennt, um das darüberliegende fertige Grünmalz unabhängig von der Belüftung des übrigen Keimgutes zu schwelken.

Die praktische Arbeit an den S a l a d i n k ä s t e n erfuhr durch eine Verbesserung des Wendeapparates durch S a l a d i n selbst wesentliche Erleichterung. Der neue Apparat wendet vermittels mehrerer, an einer Achse befindlichen Schaufeln in einem einzigen Gang das Keimgut auf der ganzen Querschnittfläche, während er von einem zum anderen Ende hindurchwandert.

Der Kühnheit der Idee wegen verdient noch ein Verfahren, L a p p (1904), Brauerei Groß-Crostitz, Erwähnung, welches in etagenweis übereinanderliegenden Keimkästen gewaltigen Formats je 1500 dz Gerste keimen zu lassen gestatten sollte. Wie bei allen Keimkästen ist auch bei diesem System der Boden, auf welchem das keimende Malz lagert, indes abweichend von üblichen Konstruktionen, weitmaschig durchlocht, und aus aufklappbaren Teilen zusammengesetzt.

Die die einzelnen Kästen trennende Decke besteht aus einer Art Blindboden aus ungeschlitztem Blech, welches ebenfalls in Teilen klappbar ist, so daß durch Drehen dieses und des geschlitzten Bodens das Malz in die darunterbefindliche Kammer abfallen kann. Die Lüftung soll in der Weise erfolgen, daß die Luft von derselben Seite sowohl oberhalb des Keimgutes wie unterhalb der durchlochten Horde zugeführt und auch wieder oberhalb und unterhalb an der entgegengesetzten Seite abgeführt wird. Zur Luftbeschaffung wird aber kein Ventilator benutzt, sondern der Zug eines Schornsteins, an den das Ableitungsrohr angeschlossen ist.

Zu einer Verwirklichung dieser grotesken Idee kam es nicht.

Eine weitere Abänderung in dem Kastenmälzungssystem stellt dann noch die M ü g e r s c h e Konstruktion dar (1911), welche in jüngster Zeit in einigen Großbetriebsanlagen aufgestellt worden ist. Wie bei den Trommelvollanlagen, sind auch für eine Vollanlage bei dem Kasten-system soviel Kästen anzulegen, als Tage die Keimdauer beträgt, wenn täglich ein Kasten gezogen werden soll. Da man im allgemeinen mit

¹⁾ Sch ü t t und G o s l i c h , Wochenschrift f. Brauerei 1886, S. 214 ff.

einer Keimdauer von 8 Tagen auskommt, pflegt man gewöhnlich auch 8 Kästen anzulegen, verschiedentlich in fürsorglicher Weise aber wohl einen oder zwei mehr. M ü g e r baut jeden Kasten in einen völlig abgeschlossenen Raum ein, und gibt ihm zum Zweck allseitigen Zutritts einen Umgang. Er wählt den geschlossenen Raum, um das Malz eines jeden Kastens gesondert, seinem Entwicklungszustand entsprechend, behandeln zu können. Nicht nur soll man in der Lage sein, das Keimgut von unten, sondern auch von oben, je nach Bedarf, mit gesättigter oder nicht gesättigter Luft zu durchlüften. Für jeden Kasten sind deshalb unterhalb und oberhalb über die ganze Länge hinlaufende Luft- und Befeuchtungskanäle angebracht, in denen sich besondere Streudüsen-systeme befinden, um den Feuchtigkeitsgehalt der zugeführten Luft für jeden einzelnen Kasten regeln zu können (Abb. 50).

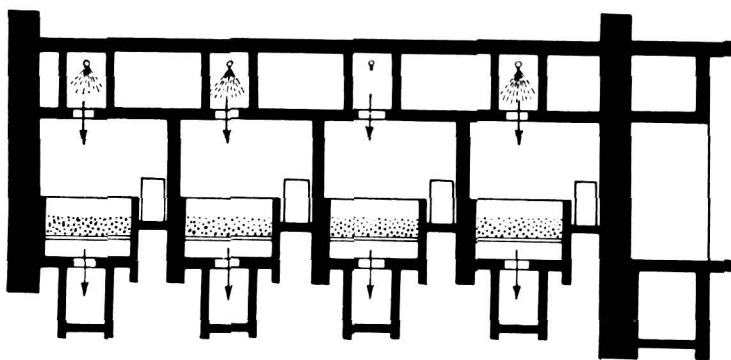


Abb. 50. Kastenmälzungssystem nach M ü g e r

2. Anlage und Arbeitsweise beim Saladin-Mügersystem

Die Saladin-kästen baut man mit Rücksicht auf die mechanischen Wender, und um diesen kein zu großes Format geben zu müssen, in länglich viereckiger Form (Abb. 51). Dabei lassen sie sich den örtlichen Raumverhältnissen in weitgehendem Maße anpassen. Immerhin erweist es sich als notwendig, für das Verhältnis von Breite zu Länge keinen allzu weiten Rahmen zu spannen. Dennoch lassen sich die Ausführungsformen in mannigfachster Weise gestalten, zumal man, ohne gegen Zweckmäßigkeitsgründe zu handeln, das Verhältnis von Breite zu Länge zwischen 1:2 bis 1:5 in allen Abstufungen für den Bau wählen kann. Über das letzte Maß noch mehr zugunsten der Länge hinauszugehen, ist unpraktisch.

Dem Kasten pflegt man von der Horde bis zum Rand eine Höhe von 1—1,20 m und dem darunterliegenden Luftraum eine solche von 60—70 cm zu geben. Bezüglich des Fassungsraumes kann, wie die Er-

fahrung gelehrt hat, erheblich über den der Trommel hinausgegangen werden. Wenn die Verarbeitungsfähigkeit von 150 dz für letztere vielleicht schon das Höchstmaß darstellt, so kann man immerhin noch Kästen verwenden, in denen bis zu 500 dz ohne Schwierigkeit verarbeitet werden.

Im Unterschied zu der Höhe in den Keimtrommeln pflegt man die ausgeweichte Gerste in den Keimkästen nicht höher als 50—55 cm zu legen. Diese Höhe zu überschreiten, verbietet sich aus Gründen ver-

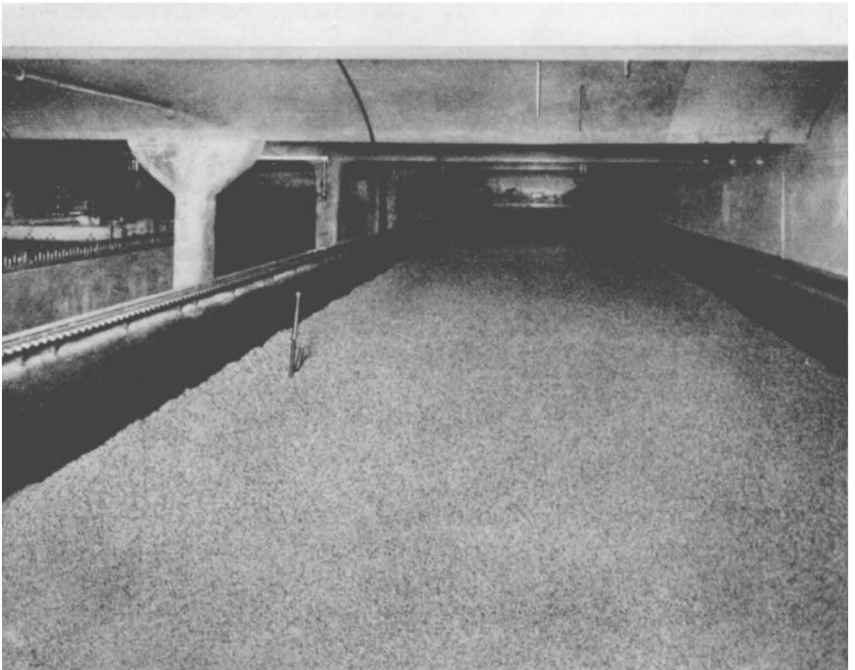


Abb. 51. Pneumatische Kastenmälzerei (Sala d'in)

schiedener Art, zumal sie auch mit zunehmender Keimung noch wächst, einesteils der Unbeweglichkeit des Kastens wegen, andererseits wegen der Schwierigkeit, die Schicht vermittle des Wendeapparates zu durchpflügen. Bei höherer Schicht wird auch der Druck auf die untersten Schichten mit der Länge der Zeit zu stark. Eine Umschichtung in öfterer Folge, wie sie bei der Arbeitsweise bei der Trommel geschieht, ist bei normaler Schichthöhe mit Rücksicht auf die Schonung des Gewächses schon untunlich, obgleich sie vielleicht erwünschter wäre, da sie mit keiner so wirksamen Auflockerung verbunden ist. Bei höherer Lagerung des Keimgutes würden die Widerstände für den Wendeapparat noch größer

werden, und die unausbleibliche Folge wäre, daß die schraubenartigen Windungen beim Umdrehen in der dichten Masse noch stärkere Beschädigungen des Wurzelgewächses hervorrufen, und vorzeitigen Stillstand in dem Lösungsvorgang herbeiführen.

Die Lüftung geschieht gleich wie bei den Trommeln, mit Feuchtigkeit gesättigter, auf möglichst gleichbleibende Temperatur eingestellter Luft.

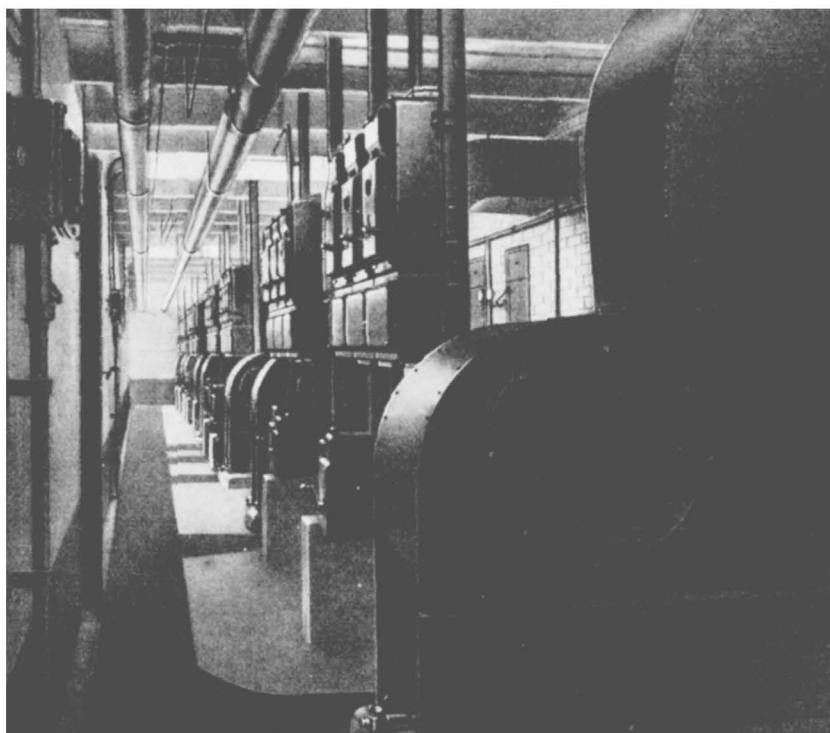


Abb. 52. Ventilatorenraum für 10 Keimkästen nach M ü g e r

Bezüglich der Einstellung gelten dieselben Richtlinien. Die eingeführte Luft wird zweckmäßigerweise auf $8-10^{\circ}\text{C}$ gehalten, und mengenmäßig so geregelt, daß die Temperatur im Keimgut höchstens bis auf $18-19^{\circ}\text{C}$ im Galoppstadium, im übrigen möglichst nicht über 16°C ansteigt.

Während indes die Luft bei dem verbreitetsten Trommelsystem (G a l l a n d - F r e u n d) in die Trommel eingesaugt wird, durchströmt sie bei den Saladinkästen als Druckluft von unten her das Keimgut. Bei der V ö l c k n e r s c h e n Einrichtung wurde sie allerdings auch und zwar von oben durchgesaugt.

Bei der M ü g e r s c h e n Anlage (Abb. 50), bei welcher jeder Kasten in einem abgeschlossenen Raum eingebaut ist, kann die Luft sowohl von unten durchgedrückt, wie von oben durch das Keimgut durchgesaugt werden.

Bei dieser Anlage ist auch das Arbeiten mit Umluft möglich, wobei die Luft von oben durch das Keimgut hindurchgesaugt, und von unten im Kreislauf wieder nach oben in den Keimkasten eingeführt wird.

Dem Verfahren bei den Trommeln entsprechend, ist es auch bei den Kästen erforderlich, ständig während der ganzen Keimzeit, anstatt periodisch oder in unregelmäßigen Abständen, zu lüften, und die Stärke der Lüftung dem Zustand und der Entwicklung des Keimgutes anzupassen; jedes Übermaß aber zu vermeiden.

Übermäßige Luftmassen entziehen dem Keimgut unnötigerweise Feuchtigkeit, und halten damit Entwicklungs- und Lösungsvorgänge auf.

Vermieden muß es aber auch werden können, daß Ungleichheiten in der Belüftungswirkung an einzelnen Stellen auftreten, daß z. B. die vorderen Teile, wie es wohl vorkommen kann, dem Anprall der kalten Luft zu sehr ausgesetzt sind, und sich stärker abkühlen, als die hinteren Teile im Kasten. Das läßt sich u. a. erreichen, indem die vordere Schicht etwas höher gelegt, und damit der Luftwiderstand erhöht wird, oder ein Überdruck im Raum oberhalb des Keimgutes erzeugt wird, der ausgleichend auf die Luftdurchströmung wirkt.

Wie bei der Tennenmälzerei der Feuchtigkeitsgehalt der Tennenluft von großer Bedeutung für die Erhaltung der Frische des Keimgutes ist, so ist auch, und vielleicht noch in höherem Maße der F e u c h t i g k e i t s g r a d d e r R a u m l u f t von Einfluß auf Aussehen und Lösungsvorgänge beim Keimgut in den Keimkästen. Trockenheit von Luft und Wänden zeugen von keinem günstigen Zustand. Mit Feuchtigkeit soll die Luft gesättigt, noch besser übersättigt, und naß sollen Wände und Decken von niedergeschlagenem Wasserdampf sein. Ein solcher Zustand entsteht aber nicht bei übermäßigem, sondern nur bei weitgehend beschränktem Lüften mit Feuchtigkeit gesättigter, bzw. übersättigter kalter Luft. Was unter diesen Verhältnissen dem Keimgut an Feuchtigkeit entzogen wird, ist wegen der beim Durchgang durch das Keimgut eintretenden nur unbedeutenden Erwärmung und unbedeutenden Erhöhung der Wasseraufnahmefähigkeit nicht erheblich genug, um weder beim Wachstum noch bei den inneren Vorgängen Störungen zu veranlassen.

Das so fortgeführte Wasser ist dabei imstande, die wärmer gewordene Luft vollauf abzusättigen, sofern eben der durch das Keimgut geschickte Luftstrom entsprechend abgedämpft wird. Die so wieder mit Wasserdampf beladene Luft im Raum oberhalb des Keimgutes festzuhalten, muß nun die weitere Aufgabe sein. Sie bildet ein Polster für stärkere Wasserentziehung aus dem Malz, und durch weitere Zuführung von Wasser gelangt sie in den Zustand der Übersättigung, aus dem sich

dann die überschüssige Feuchtigkeit an Decken und Wänden wieder niederschlägt.

Um den Abfluß der Luft zu drosseln, und damit das Polster, und gleichzeitig einen geringen Überdruck zu schaffen, wird es dann nur noch erforderlich, den Abluftkanal entsprechend zu regulieren.

Im Unterschied hierzu wirkt sich das Durchleiten großer Luftmengen durch das Keimgut in ganz anderer Weise aus. Bei ihnen ist die Aufnahmefähigkeit größer, als Sättigungswasser zur Verfügung steht, bzw.

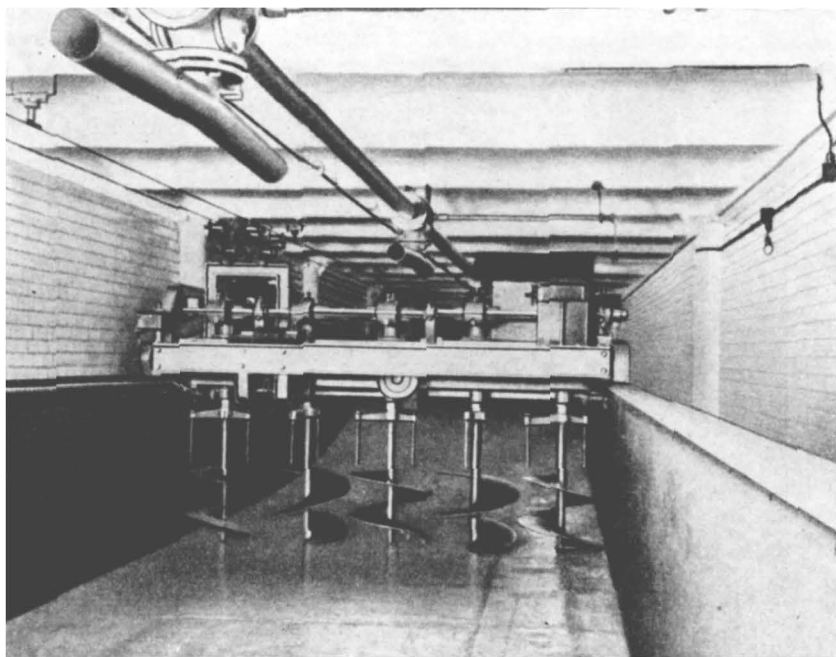


Abb. 53. Wender in einem Keimkasten nach Mäger

aufgenommen werden kann. So mindern sie den Feuchtigkeitsgehalt des Malzes stark herab, und machen Raumluft und Wände trocken. Vorzeitiges Welken des Malzes, Gelbung bzw. Bräunung des Wurzelgewächses unter der Wirkung oxydatischer Enzyme ist die Folge, nicht minder Stockung der enzymatischen Vorgänge.

Von großer Wichtigkeit ist die richtige Einstellung der Wendearbeit. Da die Wender (Abb. 53) sich schraubenartig durch den Keimhaufen drehen, welcher in seiner Masse und Dichtigkeit nicht unerheblichen Widerstand leistet, ist es nicht zu vermeiden, daß die Windungen der Schrauben das zarte Gebilde der Wurzelkeime beschädigen, sei es, daß sie angeschnitten, abgeschnitten, abgerissen oder

gequetscht werden. Das Wurzelgewächs weitgehendst zu schonen, ist aber eine der Hauptvoraussetzungen, wenn Enzymbildung und Lösung nicht zurückgehalten werden sollen.

Mehr denn je wird es deshalb Erfordernis, das Durchpflügen der gewaltigen Keimmassen auf das denkbar geringste Maß einzuschränken. Und da lehrt denn die Erfahrung wieder, daß es schon ausreicht, wenn der Wender, der sich mit einer Geschwindigkeit von 2 m in der Minute vorwärts bewegt, während der ganzen Keimzeit von 8—9 Tagen nicht öfter als 7—10 mal durch den Keimkasten hindurchwandert. Dann zeigt auch das Aussehen des Keimgutes eine Beschaffenheit, wie sie hin-

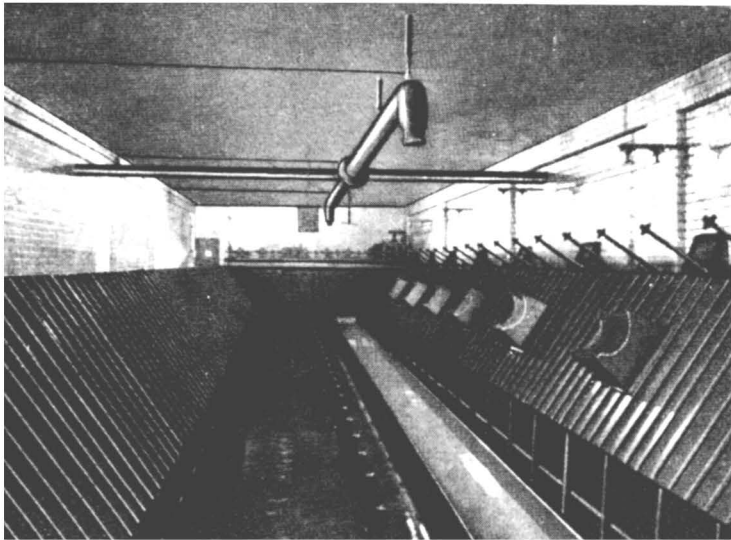


Abb. 54. Keimkasten mit vollständig aufgeklappter Hordenfläche und Schüttelrinne

sichtlich Entwicklung, Kräuselung, Fülle, Farbe und Frische des Gewächses mit bestem Tennenmalz wetteifern kann. Nur so erst ist das Auge des Mälzers, des echten Mälzers, befriedigt, der nicht nur eine gute Lösung haben will, sondern auch einen frischen Geruch, und gesundes, kräftiges, frisches Gewächs. Denn Nase und Auge mälzen eben in gleicher Weise mit.

Ein Vorzug der Einzelraumkästen (Abb. 54) wird darin gesehen, daß diese Anlage es gestattet, die eigene Raumluft zum Belüften des Keimgutes von unten her zu verwenden, d. h. mit Umluft zu arbeiten. Die Raumluft ist warm, sie hat im allgemeinen eine Temperatur von 16—19°C, und ist mit Wasserdampf gesättigt, wenn sie unter Druck gehalten wird, wie es verschiedentlich geschieht. Zu Zeiten, wo unmittelbare Verwendung von kalter Außenluft wegen ihrer zu niedrigen

Temperatur nicht angängig ist, und sich eine Erwärmung durch Dampf notwendig macht, kann statt dessen die mit Feuchtigkeit gesättigte warme Raumluft als Ersatz dienen, was immerhin betriebstechnisch von Vorteil sein kann, wenn eine Inanspruchnahme von Dampf entbehrlich wird.

Die weit verbreitete Auffassung, daß durch Benutzung von Umluft eine Drosselung der Atmung und eine Verminderung des Schwandes herbeigeführt wird, kann ich weder aus eigenen Überlegungsgründen, noch aber besonders auf Grund von Beobachtungen und Feststellungen in der Praxis teilen. Die Umluft enthält nur geringe Mengen Kohlensäure, welche zu unbedeutend sind, als daß sie eine Rückwirkung auf den Atmungsverlauf in praktisch feststellbarer Form ausüben können.

In gleicher Weise wie die Keimkästen können auch Trommeln mit geschlitztem Mantel gesondert in einem Raum eingebaut und behandelt werden. Auch hier kann bei ständiger Durchlüftung ein schwacher Überdruck erzeugt, und dadurch für die Durchlüftung eine gleichmäßige Durchströmung mit der Wirkung weitgehenden Temperatenausgleichs im Keimgut hervorgerufen werden. Nicht minder läßt sich hier mit gleichem Erfolg Umluft verwenden. Anlagen dieser Art finden sich auch schon als praktische Betriebseinrichtungen, die auch, wovon ich mich selbst überzeugen konnte, durchaus imstande sind, ausgezeichnetes, gut gelöstes Malz zu erzeugen.

3. Das Kropf-System

Die Windische Idee (1908) der gesonderten Behandlung des Keimgutes während der letzten Tage in einer stärkeren Kohlensäureatmosphäre zwecks Verringerung des Schwandes gab Kropf Veranlassung, sie zu einem praktisch brauchbaren System auszugestalten.

Geeignete konstruktive Vorbilder standen dazu in verschiedener Ausführung schon seit langer Zeit zu Gebote. Schon Saladin (1874) nahm in Aussicht, Kästen nicht nur nebeneinander sondern in Etagen übereinander aufzustellen. Auch Völkner und andere sahen diese Anordnung bei ihren Anlagen vor. Lapp 1904, suchte sie in einem an Kühnheit kaum zu übertreffenden Ausmaße zu verwirklichen. So waren die Anlagen bis ins Einzelne schon skizziert bzw. vorhanden, deren sich Kropf (1909) zur Durchführung des Verfahrens bedienen konnte. Was er für die Anwendung des Kohlensäurestauverfahrens meinte noch ergänzen zu müssen, war die Schaffung einer Umluftverbindung zwischen dem Raum ober- und unterhalb des Keimgutes, und die Einstellung von Türen und Ventilationsklappen auf luftdichte Verschließbarkeit.

So baute denn Kropf die nach ihm benannte ursprüngliche Keimkastenanlage aus 6—7 in Etagen übereinander angeordneten Kästen. Die gewechte Gerste wird dem obersten Kasten zugeführt, und nach einem Tage in den darunterbefindlichen heruntergestoßen,

wobei zwecks Umschichtung so verfahren werden soll, daß zuerst die obersten Schichten, und danach die darunterbefindlichen in den unteren Kästen gelangen. In gleicher Weise erfolgt das Abstoßen des Keimgutes, welches in einer Schicht von 1,2—1,4 m lagert, in die unteren Kästen. Und so durchwandert es nach eintägigem Verweilen Kasten für Kasten, bis im letzten das Grünmalz zur Lösung gelangt, und für die Darre reif ist.

Um das Keimgut in den Stand zu setzen, das erforderliche Wurzel- und Blattkeimgewächs, und damit die für die Durchführung der Lösung erforderlichen Enzymmengen zu bilden, muß dem keimenden Korn in den oberen Kästen ausreichend Sauerstoff zugeführt werden.

Mit der Lüftung ist zugleich auch die erforderliche Kühllhaltung des Keimhaufens verbunden. Bezüglich der Nebelung der Luft scheinen die praktischen Erfahrungen dafür zu sprechen, daß eine so starke Nebelbildung wie für die *Saladinkästen* und *Gallandtrommeln* nicht vorteilhaft, unter Umständen sogar direkt nachteilig ist. Das Korninnere neigt sonst zur plastischen Weichheit und schließlich zum Schmierigwerden. Lockeres, mürbes Korn ist dann auf der Darre nicht zu erzielen.

Ist im Wachstum das Stadium erreicht, in welchem der Enzymvorrat ausreichend genug ist, um nunmehr den weiteren Abbau und damit die Lösung durchzuführen, so wird der Haufen von der Luft abgesperrt, um sich selbst eine *Kohlensäureatmosphäre* zu schaffen, welche Gewächsbildung und Atmung drosseln soll. Diese Aufgabe fällt den beiden letzten Kästen, den *Lösungskästen*, zu. Da aber bei bzw. trotz dieser Drosselung die Atmungsvorgänge nicht völlig unterbrochen werden, und sich Kohlensäure anstaut und Wärme entwickelt, welche mit einem nicht unerheblichen, unter Umständen sogar sehr erheblichen Temperaturanstieg verbunden ist, müssen auch wieder entsprechende Vorrichtungen vorhanden sein, die Kohlensäure fortzuschaffen und den Anstieg der Temperatur aufzuhalten, bzw. die Wärme, die sich gebildet hat, fortzuleiten. In Ermangelung anderer passender Mittel ist es auch wieder die kühle, bzw. gekühlte Luft, die das entsprechende Hilfsmittel darstellt.

Für die *Belüftung und Kühllhaltung* haben sich nun auch wieder gewisse Richtlinien herausgebildet, die natürlich je nach den Verhältnissen beweglich sein müssen.

Für erforderlich befunden hat man, die Keimkästen nicht ständig zu lüften, sondern nur periodisch. Es soll ausreichen, stündlich etwa 10 Minuten Luft durchzusaugen, welche entweder von oben oder von unten ihren Weg durch das Keimgut nehmen kann. Die Lösungskästen, die man anders behandeln muß, bleiben etwa 4—6 Stunden unter Luftabschluß, wobei die Temperatur nach und nach angestiegen ist, und werden danach 1—2 Stunden zwecks Entfernung der Kohlensäure und

angestauten Wärme gelüftet. Die Temperatur, die man auch hier möglichst nicht über 17—19° C hinausgehen läßt, drückt man dabei wieder nahe an die Lufteintrittstemperatur, welche zweckmäßig auf 8—9° C zu halten ist, herab.

Für die Beseitigung der Kohlensäure, welche in der Luftabschlußperiode nach zwei Stunden schon bis auf 10%, nach 4—6 Stunden sogar unter Umständen bis zu 20% angestiegen sein kann, würde allerdings eine Lüftungszeit von $\frac{3}{4}$ —1 Stunde genügen, um den Keimhaufen bis auf etwa 1% von Kohlensäure zu befreien. Die Ausdehnung der Belüftung auf zwei Stunden, wie es bei den Großkastenanlagen erforderlich ist, wird indes mit Rücksicht auf die nur langsam erfolgende Wärmeabnahme notwendig. Daß dabei die Kohlensäure bis auf $\frac{1}{2}$ % und darunter entfernt wird, hat weniger Bedeutung.

Nach Untersuchungen von Bleisch¹⁾ hat die vollständige Fernhaltung von Luft auch noch insofern Bedeutung, als sich die Temperatursteigerung nur langsamer vollzieht, und über verhältnismäßig niedrige Grade kaum hinausgeht. Im Unterschied dazu soll Luftzutritt bei nicht völliger Abdichtung von Türen und Ventilationsklappen schnellere Erwärmung und auch höheren Temperaturanstieg zur Folge haben.

Wenn Bleischs Beobachtung zutrifft, daß vollständige Abschließung gegen Luft, einen stärkeren Temperaturanstieg zurückhält, und daraus die Folgerung abgeleitet werden kann, daß im praktischen Betrieb zweckmäßigerweise so verfahren werden sollte, so würde andererseits aber die Frage aufzuwerfen sein, ob unter diesen Umständen nicht Einflüsse geweckt werden, welche Nachteile von schwerwiegenderer Art zur Folge haben. Die Kohlensäureatmosphäre kann in 4—6 Stunden unter Umständen bis auf 20%, und schließlich bis auf 40% ansteigen. Ihre Entstehung ist aber nur möglich, weil eine tiefgehende Substanzzersetzung stattgefunden hat. Die Unterbindung von Sauerstoffatmung ist also erkauft durch Substanzvernichtung. Ein Vorteil durch einen Nachteil aufgehoben.

Aber noch ein anderer Gesichtspunkt beansprucht Beachtung. Die Bildung bzw. Aktivierung der Enzyme erfolgt bekanntlich nur in Verbindung mit dem Wachstum. Soll sie möglichst umfassend sein, so müssen sowohl Wurzeln wie Blattkeim einer günstigen Entwicklung entgegengeführt werden. Nicht nur im ersten Stadium des Keimprozesses ist der Sauerstoff ein unentbehrliches Mittel, sondern auch für den letzten Teil, in welchem die Enzyme die Haupttätigkeit in den Abbauvorgängen ausüben sollen. Ein völliger Luftabschluß wird darum ein starkes Hemnis für die Durchführung einer für Braumalz erforderlichen Lösung sein. Erreicht werden könnte sie wohl, aber unter Ausdehnung der Zeit, und vielleicht unter so starker Zeitinanspruchnahme, daß dadurch die Wachs-

¹⁾ Bleisch, Zeitschrift f. ges. Brauwesen 1911, S. 209.

tumsperiode mindestens um Tage verlängert werden müßte. Soll Lösung auch in den Lösungskästen eintreten, ist unabhängig von der Luftdurchleitung zwecks Kühlung nicht nur die Beseitigung von Kohlensäure ein unbedingtes Erfordernis, sondern auch die Tränkung des Kornes mit Luft, um die Arbeit der Enzyme zu erleichtern. Diese Wirkung spielt somit bei der in bestimmten Perioden vorgenommenen Belüftung der Lösungskammern eine wesentliche Rolle, die man auch daran erkennt, daß Blatt- und Wurzelkeime noch wachsen und die Lösung in den Lösungskammern um so unvollständiger wird, je kürzer die Vormälzungsperiode bemessen ist, und daß die Ausdehnung der Vormälzung die wesentlich günstigere Vorbedingung, ja vielfach die notwendigste Voraussetzung bildet, um die Lösung in den geschlossenen Lösungskästen in gewünschtem Maße durchzuführen.

Feststellungen von mir und Kusenack¹⁾ an Großkästen, in

¹⁾ Tabelle:

CO₂-Gehalt im Lösungskasten (Höhe des Keimhaufens 1,8 m) während des Stillstands der Lüftung

Im Kasten: Zeit nach Stillstand der Lüftung	Zwischen oben und unten in der Malzschicht			
	I. Tag % CO ₂	II. Tag % CO ₂	III. Tag % CO ₂	IV. (letzter) Tag % CO ₂
1 Std.	0,2—0,2	0,2—0,9	0,2—1,0	0,1—0,5
2 Std.	0,9—7,0	1,1—9,0	0,9—5,6	0,7—3,9
3 Std.	1,3—8,5	1,2—10,5	1,0—5,5	0,9—4,1
4 Std.	1,2—8,8	1,3—10,8	1,0—6,4	0,8—4,6
5 Std.	1,4—9,0	1,6—11,3	1,4—7,3	0,9—5,1
6 Std.	1,2—9,1	1,6—11,8	1,4—7,8	1,1—5,4

CO₂-Gehalt im Lösungskasten während der Lüftung

Verflossene Zeit nach Beginn der Lüftung	Zwischen oben und unten in der Malzschicht			
	I. Tag % CO ₂	II. Tag % CO ₂	III. Tag % CO ₂	IV. (letzter) Tag % CO ₂
¼ Std.	6,3—8,1	9,2—10,3	7,9—8,2	4,3—4,7
½ Std.	3,2—3,9	5,2—5,7	2,1—2,4	1,1—1,2
¾ Std.	1,3—1,4	0,9—1,7	0,9—1,0	0,0—0,3
1 Std.	0,7—0,9	0,4—0,5	0,7—0,7	0,0—0,1
1½ Std.	0,5—0,6	0,4—0,6	0,0—0,3	0
2 Std.	0,0—0,5	0,4—0,5	0	0

welchen Grünmalz von 125 dz Gerste zur Lösung gebracht wurden, ergaben denn auch, daß jene Kohlensäurezahlen, wie sie u. a. Schütt und später Bleisch bei absoluter Fernhaltung des Sauerstoffs gefunden haben, in der Praxis auch nicht annähernd erreicht werden. Bei unseren Untersuchungen fanden wir keine Werte über 12%, selbst am Ende der etwa sechsständigen Ruheperiode. Wir fanden auch, daß die Maximalwerte an Kohlensäure von Tag zu Tag zurückgingen. Während sie am ersten Tage nicht über 12% hinausgingen, überschritten sie am zweiten nicht mehr als 11%, am dritten Tage nicht mehr als 8%, und am vierten Tage nicht mehr als 5%. Das Zurückgehen kann nicht ausschließlich als eine Erlahmung in der Kohlensäurebildung angesehen werden, sondern ist auch auf das Zudringen von Luft durch die nicht vollständig verschlußsicheren Türen zurückzuführen, welche in ihrer Zugwirkung Kohlensäure mit fortnimmt.

Für die unterschiedliche Behandlung der Wachstums- und Lösungsperiode lassen sich auch noch andere Anordnungen, wie ein 6- oder 5- oder 4etagiger Aufbau wählen (Abb. 55). So können auch Tenne mit Kästen, oder Trommeln mit Kästen (Abb. 56), oder Kästen mit Kästen vereinigt werden. Das Malz wird dann zuerst auf der Tenne, bzw. in der Trommel, oder im Saladinkasten vorgemälzt, ehe es zur Lösung in den abgeschlossenen Kasten befördert wird.

Aus der Erfahrung hat auch erst wieder gelernt werden müssen, welcher Entwicklungszustand im Mindestfalle anzustreben ist, bevor das Grünmalz kastenreif ist, damit die beabsichtigte Lösung nicht ausbleibt. Diesen Zustand wird man im allgemeinen nach 4 Tagen erreichen können, unter Umständen aber erst nach 5 Tagen erreichen, je nachdem es die Beschaffenheit der Gerste unter entsprechender Weichbehandlung, Führungsart und Gewächsbildung ermöglicht. Sicherer geht man bei längerer als bei kürzerer Vormälzung.

Entsprechend der Behandlung des Grünmalzes am Ende der Wachstumsperiode in Trommeln und Saladinkästen ist es auch hier erforderlich, vor dem Abräumen zu schwelken.

Wenn dem Schwelkprozeß als dem Schlußakt in der Behandlung die ihm gebührende, in der Praxis auch völlig erkannte Bedeutung zuzumessen ist, so beruht das darauf, daß sich enge Beziehungen zwischen dieser Schlußbehandlung und der Weichbehandlung mit darauffolgender Gewächsentwicklung und Lösung ableiten lassen. Die Bildung plastischer Weichheit im Korn, welches sich der Lösung nähert, und welche besonders bei reichlicher Weiche aufzutreten pflegt, läßt sich umgehen, selbst wenn stark geweicht wird, sobald zum Lüften nur mäßig benebelte Luft verwandt, und schließlich am Schluß mit gewöhnlicher Luft geschwelkt wird. Das Schwelken ist damit ein Mittel, welches, was gerade sowohl für Trommel- wie Saladin- wie Lösungskästenbehandlung eine der wichtigsten Voraussetzungen ist, reichliches Weichen gestattet, und

damit kräftige Gewächsbildung, sowie Erzeugung des Mindestmaß an Enzymen ermöglicht, die zur Erreichung der anzustrebenden Lösung bei der Kammerbehandlung erforderlich sind.

Wird in der Literatur von verschiedensten Forschern betont, nur möglichst kurze Weiche zu geben, so gehen meine Erfahrungen gerade nach der anderen Seite, nicht die Weiche zu kürzen, sondern ausgiebig zu weichen, wie es nach S a a r e s Berichten ¹⁾ bei den meisten der von

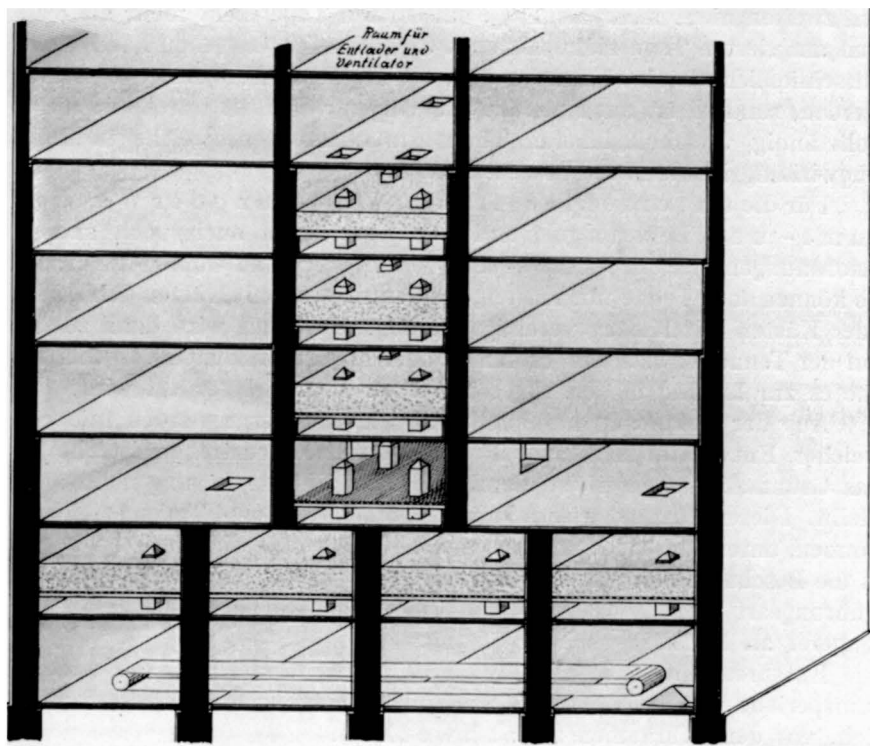


Abb. 55. Kropfsche Kelmkastenanlage

ihm besuchten Mälzereien geschah, und dann die Behandlung, wie verschiedentlich von mir dargelegt, zu leiten.

Der Kropfkasten kann insofern auch eine Bedeutung gewinnen, als ihm eine Rolle zugedacht wird ähnlich der Schwelke. Er kann die Schwelke gewissermaßen ersetzen. Dazu ist aber erforderlich, daß das Grünmalz schon im Vormälzverfahren annähernd zur Lösung gebracht wird, so daß nur noch eine Nachbehandlung zur Vervollständigung der Lösung nötig ist. Gleich wie bei der Schwelke reicht dazu eine Ruhe im Kasten von etwa $1\frac{1}{2}$ bis höchstens 2 Tagen aus.

¹⁾ Wochenschrift f. Brauerei 1888, S. 17 u. ff.

Denn durch die Vormälzung sollen nicht nur schon die ausreichenden Enzymmengen gebildet, sondern auch schon die Lösungsvorgänge hinreichend weit gediehen, bzw. annähernd beendet sein. Sie sollen nicht erst im Kasten in der Hauptsache nach wachgerufen werden. Nur noch einer letzten Nachhilfe sollen sie bedürfen, die ihnen nun der Kropfkasten als Nachlösungskasten gewährt.

Dabei ist es ohne Nachteil, wenn das Malz bis zur Hälfte höher geschichtet wird wie sonst. Weder tritt eine Verfilzung ein, noch ist Gefahr vorhanden, daß die Kalthaltung nicht durchgeführt werden kann, ohne ständig erhebliche Mengen kalter Luft durchzuleiten. Es reicht aus, das Keimgut nach einer 10—14 stündigen Ruhe 2 Stunden lang mit Kaltluft zu lüften, um es wieder auf die Temperatur von 9—10° C herabzukühlen.

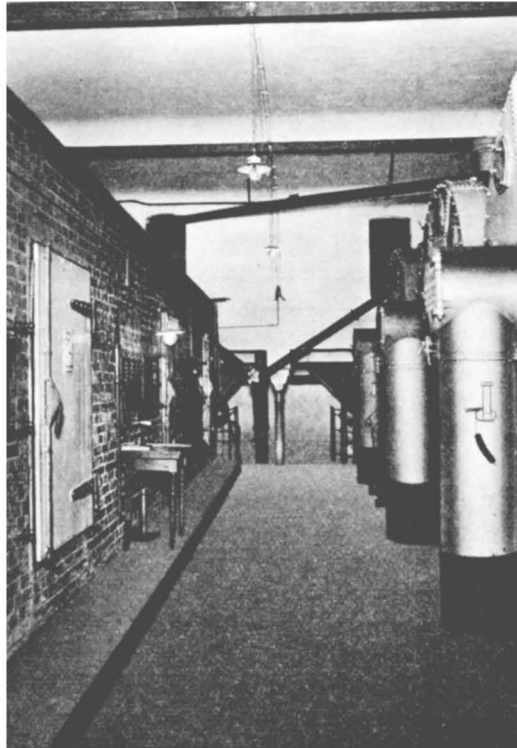


Abb. 56. Kombination von Trommeln und Lösungskasten

IV. Mälzungsschwand¹⁾

1. Ursache und Beeinflussung des Schwandes

Arbeiten von Luff²⁾ waren es, welche zu den ersten zählten, die die Feststellung von Beziehungen zwischen Mälzungsart und Schwand zum Gegenstand hatten. Bei Parallelführungen, einerseits eines Haufens gewöhnlichen Ausmaßes auf der Tenne in normaler Behandlung, andererseits einer Probe im Kleinversuch kam er zu der Feststellung, daß bei

¹⁾ Als Mälzungsschwand wird der Gesamtverlust an Substanz bezeichnet, welchen 100 Teile Trockensubstanz Gerste vom Einweichen an bis zum fertigen Grünmalz durch Weiche, Wurzelkeimbildung und Veratmung erfahren.

²⁾ Luff, Zeitschrift f. ges. Brauwesen 1898, S. 16 ff.

dem Kleinversuch ein ungewöhnlich viel niedrigerer Schwand, 10,4%, gegenüber der Vermälzung in der Praxis, 16,4%, entstand, und daß der wesentlich größere Verlust bei der Tennenbehandlung nicht durch reichlichere Gewächsbildung und bessere Lösung, sondern allein durch stärkerere Veratmung hervorgerufen wurde, da beide Malze in Auflösung und Gewächsbildung gleicher Beschaffenheit waren. Luffs Auffassung nach war die geringere Veratmung bei dem Kleinversuch auf die niedrigeren Temperaturen und die langsamere Atmungstätigkeit während des ganzen Keimverlaufs zurückzuführen.

Auch Bleisch¹⁾ kommt zu ähnlichen Ergebnissen bei ähnlicher Versuchsanstellung.

Die großen Unterschiede, namentlich aber der außerordentlich hohe Schwand bei der Haufenführung in üblicher Weise in der Praxis, werden nun allerdings ohne weiteres schwer verständlich, namentlich für denjenigen, welcher nur mit der Herstellung von hellem Malz vertraut ist, typische bayrische Mälzungsmethoden aber nicht kennt. Denn nach Bleisch ist die Entstehung von 5% Keimen nichts ungewöhnliches, ja fast ein normaler Zustand, und in wesentlich stärkeren Keimabfällen sieht man selbst keine auffälligen Verhältnisse, da es sogar vorkam, daß die Abfälle an Keimen bis annähernd 7% betrugen. Daß in Zusammenhang damit die Veratmung von Substanz eine ganz außerordentlich hohe sein muß (9—10%), bedarf weiter keiner Erläuterung. Dann überrascht es auch nicht, wenn die beiden vorstehenden Autoren einen Schwandsatz von 16—17% in der Praxis, wenn auch vereinzelt, feststellen. Es überraschen dann aber auch Angaben nicht, nach denen ein Schwand von 13—14,5% für dunkles Malz keineswegs unnormale ist.

An weiteren Vergleichsversuchen im praktischen Betrieb findet dann Luff²⁾ die Bestätigung für die erhöhte Schwandbildung, wenn die Haufen nicht kühl sondern wärmer geführt werden, und die Tennenluft zugleich höhere Temperatur aufweist. Unterschiede im Schwand ergeben sich dann leicht von 2—3%, selbst wenn die Tennentemperatur nicht über 17° C, und die Haufentemperatur nicht über 20—21° C hinausgeht.

Neben der kühlen Haufenführung, kühler Tennenluft, ist aber auch ein relativ niedriger Weichgrad ein wesentlicher Faktor, welcher in erheblichem Maße mitwirkt, den Schwand zu erniedrigen.

Dabei darf aber nicht aus dem Auge gelassen werden, daß der Art des herzustellenden Malzes der Weichgrad anzupassen ist, und die Erreichung einer guten Lösung verhindert, wenn er unter einem bestimmten Mindestsatz bleibt; wenn er knapp gehalten wird.

Wenn unter der Wirkung höherer Mälzungstemperaturen der Schwand ganz besonders Steigerungen erfährt, so ist es namentlich das Stadium

¹⁾ Bleisch, Zeitschrift f. ges. Brauwesen 1899, S. 64.

²⁾ Luff, Zeitschrift f. ges. Brauwesen 1900, Nr. 26/27.

des Wachs- und Galoppaufens, in welchem die Atmungsvorgänge die stärkste Form annehmen. In diesem Zustand die Haufen möglichst kühl zu halten, bedeutet einen erheblichen Gewinn im Sinne der Einsparung an Substanz. Nicht auf ein Höchstmaß an Schweiß hinarbeiten ist ratsam, sondern die Schweißbildung in mäßigen Grenzen zu halten, führt zur Schwanderniedrigung.

Die Schweißbildung zurückzuhalten, ist leichter durchführbar bei eiweißarmen wie bei eiweißreichen Gersten. Letztere sind, wie Delbrück und Wolff¹⁾ bewiesen, hitziger als erstere, sie sind also sowohl in der Schweißbildung wie in der Erwärmung schwerer zu zügeln wie die eiweißarmen. Sie atmen stärker und verzehren mehr Substanz. Sie haben auch stärkeren Wurzelbildungstrieb und erzeugen unter relativ gleichen Verhältnissen ein kräftigeres Wurzelgewächs. Die Schwandung bei eiweißreichen Gersten wird somit infolge Atmung und kräftigeren Wurzelgewächses stärker sein müssen als bei eiweißarmen. In gleicher Weise ist sie bei feinkörnigen stärker als bei grobkörnigen, wie J. F. Hoffmann²⁾ nachgewiesen hat.

Wenn an sich schon die eiweißreicheren Gersten stärkere Neigung zu kräftigerer Gewächsbildung besitzen, so sind sie außerdem aber auch zielbewußter auf längeres Gewächs hin zu führen, weil sonst die erwünschte Lösung nicht zu erreichen ist.

Nicht minder wird es Erfordernis, in den späteren Stadien durch weitgehendstes Ausziehen der Haufen dem Ansteigen der Temperatur vorzubeugen, und damit die Veratmung von Substanz einzuschränken. Schon Schütt hat darauf hingewiesen, wie wichtig die Temperaturdrosselung im letzten Keimungsstadium ist, um den Stoffverzehr niedrig zu halten.

Daß am Schluß der Keimzeit noch starke Atmung vorhanden ist, läßt sich auch leicht erkennen, wenn man das Grünmalz zu sogen. Brennhaufen zusammensetzt. Bildet man solche z. B. in 1 m Höhe, so kann man nach wenigen Stunden schon eine Erwärmung um 8—10° C, und eine Kohlensäurestauung bis zu 16—18% feststellen.

2. Höhe und Gliederung des Schwandes

Unter der Wirkung all dieser Faktoren muß deshalb der Schwand ein verschiedener sein, auch im Hinblick darauf, daß für die Erzeugung von dunklem Malz ein stärkeres Gewächs zwecks weitgehendster Lösung, Zuckerbildung und Aromatisierung gebildet werden muß. Es spannt sich somit ein verhältnismäßig weiter Rahmen um Schwand und Ausbeute. Betrachtet man allerdings die Mälzungsverhältnisse für helle wie für dunkle Malze unter sich, so engt sich der Rahmen erheblich ein.

¹⁾ Delbrück und Wolff, Jahrbuch der V. L. B. 1904, S. 208.

²⁾ J. F. Hoffmann, Jahrbuch der V. L. B. 1909, S. 48.

Wird Gerste in ihrem natürlichen Zustande mit einem Wassergehalt von 14—16% zugrundegelegt, so werden unter normalen Verhältnissen von 100 Teilen daraus 78,5—80,5 Teile helles Malz mit einem Wassergehalt von etwa 4% hergestellt. Bei der Herstellung von dunklen Malzen bewegen sich normalerweise die Erträge an Malz nur zwischen 75 und 77,5% bei einem Wassergehalt von 2%. Die Zahlen verschieben sich in etwas nach oben und nach unten, wenn einesteils recht trockene, anderenteils feuchtere Gersten verarbeitet werden. Dann kann es nicht als ungewöhnlich bezeichnet werden, wenn bei Herstellung von hellem Malz die Erträge fast bis auf 82% hinauf-, und bei dunklem Malz unter 75% heruntergehen.

Die Verschiedenheit in der Wurzelgewächsbildung kommt in dem Abfall an Keimen zum Ausdruck. Bei der Herstellung von hellem Malz fallen von 100 Teilen Gerste (15% Wasser) im großen und ganzen 3,4—4,2 Teile Keime ab; bei dunklem Malz 3,8—4,5 Teile, in besonderen Fällen aber noch mehr.

Diese Zahlen gestatten es nun, einen einigermaßen genauen Ausdruck für die Gesamtschwändung durch Atmung und durch Wurzelgewächsbildung einschließlich der Abgänge durch Extraktion beim Weichen zu gewinnen, zumal sie aus einem außerordentlich reichhaltigen, mir zur Verfügung gestellten Material von zahlreichen Betrieben verschiedenster Größe und Lage stammen.

Danach kommt man zu der Feststellung, daß, soweit es sich um helles Malz handelt, unter Berücksichtigung der Vielfältigkeit der Gersten und Arbeitsmethoden im großen und ganzen aus 100 Teilen wasserfreier Substanz Gerste 89—90 Teile wasserfreies Malz gewonnen werden, was bedeutet, daß bei der Umwandlung von Gerste in Darrmalz von 100 Teilen Gerstentrockensubstanz 10—11 Teile verloren gehen, also ein Schwand von 10—11% entsteht.

Günstige Verhältnisse sind es somit, wenn der Schwand nicht mehr wie 9% beträgt, — was verschiedentlich erreicht wird — günstigste, wenn er noch darunter bleibt, wie es vereinzelt auch vorkommt. Dann muß sowohl die Bildung des Wurzelgewächses wie der Stoffverbrauch durch Atmung auf das tunlichst geringste Maß eingeschränkt werden. Die stärkere Wirkung entfällt dabei auf die Atmungseinschränkung.

Zerlegt man die Verluste, so setzen sie sich in einzelnen, Mittelzahlen zugrundegelegt, zusammen aus:

	hell	dunkel
Weichverlusten (durch Auslaugen und Veratmen)	1,0%	1,0%
Stoffverzehr durch Atmung beim Keimen	5,2%	5,8%
Keimen	3,7%	4,2%
	9,9%	11,0%
zuzüglich Darrverlusten (Atmung und Röstung) .	0,3%	1,3%
	10,2%	12,3%

Auch das Mälzen auf dunkles Malz hat sich auf Arbeitsmethoden eingestellt, welche der gerade hierbei früher wenig Beachtung geschenkten Substanzverschwendung weitgehend Einhalt geboten, so daß hier im Durchschnitt auch nur mit einem Schwand von 11,5—13% gerechnet werden kann.

3. Die Kohlensäurestauung als Hilfsmittel zur Schwandverminderung

Will man nun der Frage nachgehen, ob und welche Faktoren die größere Bedeutung für die Schwandverminderung haben, so läßt sie sich auf deduktivem Wege weniger als durch die praktische Erfahrung beantworten.

Bei der Durchführung von Kohlensäurestauung in besonderen Anlagen (Kästen, Trommeln), ist zu bedenken, daß die Notwendigkeit, für die Lösungsvorgänge alle unzweckmäßigen Bedingungen auszuschalten, und nur die denkbar günstigsten Verhältnisse zu schaffen, dazu zwingt, beizeiten einer Entwicklung Einhalt zu gebieten, welche in steigendem Maße eine Zerstörung von Substanz zur Befriedigung des Atmungsbedürfnisses zur Folge hat und dabei nicht nur den wertvollsten Braustoff vernichtet, sondern mit der Vernichtung zugleich schädliche Umsetzungsstoffe, wie bestimmte Säuren, Alkohole, Aldehyde und Ester bildet, welche zum Teil im Malz verbleiben. Kein anderes Mittel steht aber dafür zur Verfügung als die Zuführung kalter Luft. Die Folge der Abkühlung ist eine Hemmung sowohl der Sauerstoff- wie der intramolekularen Atmung. Die letztere wird mit der Beseitigung der Kohlensäure ausgeschaltet; die Sauerstoffatmung aber erleichtert und begünstigt. Wohl dämpft dabei die Temperatur, dafür geben aber die zugeführten großen Luftmengen, welche zwecks Herabkühlung notwendig werden, und längere Zeit einwirken müssen, wieder eine weit stärkere Anregung zur Atmung.

Wird unter der Wirkung der starken Lüftung der Substanzverbrauch durch intramolekulare Atmung jetzt verhindert, so setzt er andererseits wieder in verstärktem Maße durch stärkere Sauerstoffatmung ein. Die eine Art löst die andere ab. Die Auswirkung ist aber stets eine Zerstörung.

Unter dieser wechselnden Zusammenwirkung von Hemmungen und Anregungen gestalten sich die Verhältnisse in der Praxis viel weniger eindeutig als evtl. theoretischen Erwägungen zufolge angenommen werden könnte.

So weit es mir möglich war, zu dieser Frage Material aus der Praxis zu sammeln, um zu einem Urteil zu gelangen, so läßt sich wohl behaupten, daß es gelingt, Schwandverminderungen durch das Stauverfahren zu erzielen. Vergleicht man sie indes mit der Tennenmälzerei, so kann ich die in der Literatur vielfach ausgesprochene Auffassung in grund-

sätzlicher Hinsicht nicht für berechtigt halten, daß das Kohlensäurestauverfahren ein geeigneteres und überlegeneres Mittel sein soll, den Schwand zu mindern, denn wir sind verschiedene Betriebe bekannt, welche bei der Tennenmälzerei so günstig arbeiten, wie es durch kein Kohlensäurestauverfahren erreicht, geschweige denn übertroffen wird.

Bei der Anstellung solcher Vergleiche ist man leicht versucht, Dinge in Parallele zu stellen, welche der gleichen Voraussetzungen entbehren. Zieht man einerseits ein Malz, welchem der Mangel unzureichender Lösung deutlich anhaftet, zum Vergleich heran, andererseits ein Malz mit guter Lösung, so sind das Verhältnisse, welche miteinander nicht verglichen werden können. Will man sich damit begnügen, einfach in beiden Fällen 7- oder 8- oder 9tägiges Malz gegeneinander zu vergleichen, ohne Berücksichtigung des Gewächses und Lösungsgrades, so kann es wohl zutreffen, daß man zugunsten der einen Mälzungsart einen geringeren oder höheren Schwand feststellt. Malz z. B., welches im Stauverfahren nur knappes Gewächs hat, wie es eben gar leicht vorkommen kann, und nicht den ausgiebigen Lösungsgrad besitzt, kann keinen richtigen Maßstab für Vergleichszwecke geben. Zu vergleichen ist eben nur gute Lösung gegen gute Lösung. Diese im Stauverfahren herbeizuführen, gelingt aber auch nur dann, wenn dem Gewächs die erforderliche Grundlage zur ausreichenden Entwicklung und Enzymbildung gegeben ist. Ohne ein bestimmtes Mindestmaß an Schwand ist das nicht durchführbar.

Ob überhaupt die Kohlensäurestauung, wie sie in der Praxis unter den gegenwärtig zur Verfügung stehenden Hilfsmitteln durchgeführt wird, ein überlegeneres Mittel zur Schwandverminderung darstellt, läßt sich vielleicht auch aus folgenden Erwägungen erkennen:

Auch auf der Tenne liegt das Keimgut in einer kohlenensäurehaltigen Atmosphäre. Der Kohlensäuregehalt ist allerdings viel geringer. In dem im Kasten lagernden hoch geschichteten Keimgut steigt der Kohlensäuregehalt in den Luftabschlußperioden schnell an, und erreicht bald Höhen von 10—12%. Je nachdem die Haufen auf der Tenne, in bezug auf Höhe und Art der Widerung, geführt werden, und auch abhängig von dem Keimungsstadium, ergeben sich wieder Unterschiede.

Betrachtet man nun unabhängig von dem Keimstadium die Art des Wendens, so ist zu beobachten, daß beim Wenden mit der Schaufel die Haufen dichter liegen als beim Pflügen. In den dichteren kann sich aber mehr Kohlensäure ansammeln als in den lockeren. Die dichten Haufen werden auch schneller warm, und müssen deshalb öfter gewidert werden. Im dichten Haufen ist das Keimgut der Sauerstoffatmung weniger stark ausgesetzt, als im lockeren. Die Atmung wird aber wieder stärker angeregt, durch das öftere und luftigere Widern mit der Schaufel als bei dem lockeren Haufen durch das Pflügen. Die stärkere Kohlensäurestauung bei den viel mit der Schaufel gewendeten Haufen vermag indes nicht zu verhindern, daß bei diesem Verfahren die Schwändung höher

wird, als bei der schwächeren Kohlensäurestauung in den locker liegenden und gepflügten Haufen, selbst wenn das Pflügen gar nicht stark eingeschränkt wird.

Was für die Schwandverminderung zugunsten des gepflügten Haufens noch eine Rolle, und zwar eine sehr erhebliche spielt, ist der Umstand, daß der gepflügte Haufen durch die leichtere Wärmeabgabe sich kühler zu halten vermag, weniger stark atmet, und darum weniger Substanz verbraucht.

Die K ü h l h a l t u n g ist es also zusammen mit r u h e n d e r Atmosphäre, welche keineswegs eine Kohlensäureatmosphäre zu sein braucht, die, was S c h ü t t in seinen allerersten Untersuchungen schon betont, der entscheidendste Faktor für die Schwandverminderung ist. Die S a u e r s t o f f a t m u n g soll h e r a b g e s e t z t werden durch T e m p e r a t u r e r n i e d r i g u n g. Sie durch die Kälte auf ihren tiefsten Tiefstand herabzudrücken, wird als ein Problem anzusehen sein, durch dessen Lösung es gelingen muß, unter Ausschaltung der mit Anwendung der Kohlensäurestauung unvermeidlichen Nachteile, den denkbar geringsten Schwand überhaupt zu erzielen.

V. Raum-, Wasser- und Personalbedarf

Um einen Vergleich zwischen dem R a u m b e d a r f bei pneumatischen Anlagen und Tennen anstellen zu können, wird es erforderlich, die jeweiligen Größenverhältnisse der Trommeln und Kästen, und die Art ihrer Aufstellung als Teil- oder Vollanlagen zu berücksichtigen. Unabhängig davon, ob die Tennen in einer Ebene oder in Stockwerken übereinander liegen, so ergibt sich folgendes Bild für den Bedarf an Bodenfläche:

Für 1 dz Gerste

3,2—4,0 qm Tennenfläche,

0,4—0,6 qm Trommelraum-Bodenfläche,

0,55—0,65 qm Kastenraum-Bodenfläche.

Unter Hinzurechnung der Bodenfläche für Kühltürme und Vorräume bei den pneumatischen Anlagen errechnen sich:

0,5—0,75 qm Trommelraum-Bodenfläche,

0,6—0,75 qm Kastenraum-Bodenfläche.

Für die pneumatischen Anlagen ergibt sich somit eine Bodenfläche, welche nur etwa $\frac{1}{6}$ von der der Tennenfläche beträgt.

Bei Keimkästanlagen, bei welchen das Kohlensäurestauverfahren zur Anwendung kommt, stellt sich der Bedarf an Bodenfläche in den Fällen, in welchen die Vormälzung in Trommeln oder Kästen stattfindet, noch etwas günstiger, da das Keimgut in den Lösungskästen im allgemeinen doppelt so hochgelegt wird als in den Saladinkästen.

Der Wasserbedarf für Weiche und Tennenwäsche stellt sich auf 0,6 bis etwa 2 cbm je Doppelzentner Gerste. Der größte Bedarf entfällt auf die Weichbehandlung, der kleinere auf die Tennenwäsche. Mit öfterem Wasserwechsel und gründlicherer Wäsche wächst er, da stärkere Verschmutzung des Waschwassers größere Wassermengen zum Nachwaschen erforderlich macht.

Ist Tennenkühlung vorhanden, so bringt sie eine weitere Erhöhung mit sich, die je nach der Dauer der Kühlzeit 0,1 bis 0,4 cbm betragen kann.

Pneumatische Anlagen erfordern für Kühlung und Befeuchtung der Luft noch weitere Wassermengen, die man auf etwa 0,5 bis 1 cbm veranschlagen darf, so daß für die pneumatischen Anlagen mit einem Gesamtwasserbedarf von etwa 2 bis 3 cbm zu rechnen ist, der allerdings verschiedentlich noch überschritten wird, und maximal 4 cbm erreichen, ja selbst noch etwas übersteigen kann.

Der für den Betrieb einer Mälzerei erforderliche Personalbedarf einschließlich Darre ist ein sehr unterschiedlicher, da er nicht nur bedingt wird durch die verschiedenen Mälzungssysteme, wie Trommeln, Kästen, Tennen, und die verschiedenen Arbeitsmethoden beim Weichen, Mälzen und Darren, durch die Dauer des Mälzungsjahres, je nachdem ob mit oder ohne künstliche Kühlung gearbeitet wird, sondern auch durch die Größenverhältnisse der baulichen Anlagen, und pneumatischen Systeme, sowie durch Anordnung und Gliederung der Tennen, nicht minder aber durch die Art der Förderungsanlagen und anderer Einrichtungen mehr. Als Durchschnittsverhältnisse wird man es bezeichnen können, wenn für einen Tennenbetrieb zur Verarbeitung von je 10 000 dz Gerste 6—7 Mann benötigt werden. Günstigste Verhältnisse ermöglichen es aber auch, mit einem fast um $\frac{1}{3}$ geringeren Personalbestand auszukommen, ohne daß pneumatische Wendeeinrichtungen benutzt werden.

Bei Tennenanlagen nun aber, welche in jeder Hinsicht zweckdienlichste bauliche Anlagen besitzen, und mit einheitlichen pneumatischen Wendesystemen sowie Förderungsvorrichtungen jeder Art ausgestattet sind, läßt es sich sogar erreichen, die Verarbeitung mit einem Personalbestand von 2—3 Mann durchzuführen.

Bei den pneumatischen Systemen kann für die gleiche Leistung ein Bedarf von etwa 3 Mann im Durchschnitt angenommen werden, der sich im günstigsten Falle aber auch bis auf 2 Mann erniedrigen läßt.

Kann man diese Verhältniszahlen sowohl für mittlere wie selbst für größte Betriebe zugrunde legen, so werden sie sich für kleinere Betriebe allermeist ungünstiger gestalten müssen.

VI. Kritische Betrachtungen über Tennen- und Pneumatischmälzen

Wenn man auf dem Gebiet der Malzbereitung in bezug auf die Art der zur Verwendung kommenden praktischen Methoden Umschau hält, wird man beobachten können, daß sich die Mälzereibetriebe gewissermaßen in zwei Lager spalten. Auf der einen Seite sind es die *Handelsmälzereien*, welche mit ganz wenigen Ausnahmen am Tennenmälzen festhalten, auf der anderen Seite beobachtet man bei den an *Brauereien* angeschlossenen *Malzbetrieben*, daß ein großer Teil von ihnen zu pneumatischen Anlagen übergegangen ist. Auf der einen Seite sieht man das Festhalten am Alten, auf der anderen Seite den Loslösungsvorgang vom Alten, der, wie es den Anschein hat, immer weiter um sich greift. Es ist deshalb nicht nur von Reiz, den Ursachen für diese verschiedenen Verhältnisse nachzugeben, sondern wird auch eine direkte Notwendigkeit, weil es gerade die Gruppe der Handelsmälzereien ist, welche von dem Tennenmälzen noch nicht abgehen. Denn sie sind es ja, welche das Malz an die Brauereien liefern, von denen nur einwandfreie, beste Ware verlangt wird.

Schon bei nur oberflächlicher Betrachtung läßt sich erkennen, daß es in erster Linie mit Gesichtspunkte sind, welche auf wirtschaftlichem Gebiet liegen, die zur Anlage pneumatischer Einrichtungen Veranlassung geben müssen.

Da sind z. B. räumlich-bauliche und örtliche Verhältnisse, welche einen Teil der Tennen für Zwecke der Ausdehnung nach anderer Richtung beanspruchen. Da ist in anderen Fällen der Umsatz der Brauerei gestiegen; die Tennen reichen nicht mehr aus, das benötigte Malz herzustellen. Für Ausbauten, Um- oder Neubauten fehlt es an Platz, um eine Tennenanlage mit der in Aussicht genommenen erhöhten Leistungsfähigkeit zu errichten. Aus dieser Schwierigkeit hilft die pneumatische Anlage. Sie ermöglicht es, auf nur $\frac{1}{5}$ oder $\frac{1}{6}$ der Bodenfläche die gleiche Menge an Malz zu erzeugen. Sie ermöglicht es auch, mit nur $\frac{1}{3}$ des Personals den Betrieb zu führen.

Günstiger gestaltet sich allermeist auch die Frage des Kraftbezuges. Die maschinellen Anlagen in der Brauerei können oft noch Kraft genug hergeben, um die Mälzerei zu versorgen; oder es bedarf nur noch geringer Zusatzkraft.

Und zuletzt kann die Leistungsfähigkeit durch Ausdehnung der Mälzungszeit bis weit in die Sommerzeit hinein erhöht werden. Das ganze Jahr über läßt sich schließlich mälzen. Nur etwa einen Monat benötigt man zur Überholung der Anlage. Das sind alles Vorteile, welche zugunsten pneumatischer Anlagen sehr stark in die Waagschale fallen.

Aber auch reine entwicklungs-technische Momente dürften mit für den Übergang vom Tennen- zum pneumatischen Mälzen als mitbestimmend anzusehen sein.

Aus dem Handbetrieb hat sich das Brauwesen allmählich zum mechanisch-maschinellen Betrieb umgeformt. Einmal sind es rein technische Verbesserungsmethoden. Sodann ist es das Herauswachsen aus dem handwerksmäßig betriebenen Unternehmen zum Großbetrieb, bei welchem erhöhte Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit in erheblichem Maße mitbestimmend werden. So war es gewissermaßen der natürliche Entwicklungsgang in der Richtung der immer stärkeren Betonung der Mechanisierung der Arbeit in der Brauerei, welcher eine zugänglichere Bereitwilligkeit zur Mechanisierung der zum Brauereibetrieb gehörigen Mälzereinlagen nach sich zog.

Wenn vereinzelt nun auch schon Handelsmälzereien zur Einrichtung pneumatischer Anlagen übergegangen sind, so lassen sich die Gründe dafür unschwierig aus ähnlichen oder gleichen Ursachen ableiten.

Den Mälzereibetrieb einzustellen, oder einzuschränken, bzw. nicht weiter auszubauen, und dafür Malz zu kaufen, wird von Brauereien verschiedentlich abgelehnt, da sie Wert darauf legen, das Mälzen in eigener Gewalt zu haben, und jederzeit zu überwachen, auch die Gerste nach Konjunktur und Wahl kaufen zu können. Lassen sich Neuanlagen an Tennen aus räumlichen oder örtlichen Gründen nicht mehr ausführen, so bleibt nichts anderes übrig, als die Lösung über die pneumatische Anlage zu schaffen. Die pneumatische Arbeit zu meistern, gilt ihnen nicht als ein Problem, das für sie nicht mit gleichem Erfolg zu lösen wäre, selbst wenn die Leitung in Hände gelegt wird, die nur als Tennenmälzer ausgebildet sind.

Die Entwicklung von fast 50 Jahren läßt keinen Zweifel darüber, daß die pneumatischen Anlagen geeignet sind, Malze jeder Art und jeder gewünschten Beschaffenheit in Lösung und Charakter herzustellen, wie die Tennen. Wenn in der Literatur mehrfach über vergleichende Versuche zwischen Tennen- und pneumatischem Malz berichtet wird, so kehrt in allen Berichten diese durch die Erfahrung längst gefestigte Tatsache wieder.

Bei solchen vergleichenden Versuchen sind verschiedentlich auch Feststellungen über den Schwand gemacht worden, welche mehr zugunsten der pneumatischen als der Tennenmälzung ausfielen. Ohne die Richtigkeit dieser Ergebnisse bezweifeln zu wollen, kann ich mich auf Grund allgemeiner Erwägungen sowohl wie auf Grund des mir aus der Praxis reichlich zur Verfügung gestellten Materials zu der Auffassung nicht bekennen, daß grundsätzlich eine Überlegenheit der pneumatischen Anlagen in dieser Hinsicht vorhanden ist. Die in einzelnen Versuchsfällen gemachten Beobachtungen glaube ich mehr damit erklären zu können, daß gewissermaßen ungewollt ein starkes Hinarbeiten auf

Schwandeinschränkung vorlag, bei der Tennenarbeit dagegen nicht alle die in der jüngsten Zeit mit so großem Erfolg gebrauchten Mittel angewendet worden sind.

Wenn die Handelsmälzereien die altbewährte Methode, das Malz auf Tennen zu bereiten, mit wenigen Ausnahmen, noch beibehalten, so zwingt diese Tatsache, zu versuchen, in die Beweggründe hierfür einzudringen. Etwaige Behinderungen, räumlich sich zu dehnen bei der Erweiterung des Betriebes, kommen wenig oder gar nicht in Betracht, da die Malzbetriebe im allgemeinen nicht an eng bebauten Plätzen gelegen sind und Flächenraum für Ausdehnung hinlänglich zur Verfügung haben. Den größeren Städten mit teureren Lebensverhältnissen mehr entrückt, sind die Löhne billiger. Verhältnismäßig wenig Kraft wird für den Betrieb benötigt. Für die Umwandlung in pneumatische Anlagen fällt die Aussicht auf Vorteile in dem Maße, wie bei Brauereien fort, zumal die Anlage künstlicher Tennenkühlung auch die Ausdehnung der Mälzungszeit auf die Sommermonate gestattet.

Ein Gesichtspunkt indes, und zwar der ausschlaggebendste, ist das dem Tennenmälzer eigene Beharrungsvermögen, welches ihn nicht vom Altgewohnten losläßt. Nicht weil er bei der Tennenmälzerei groß geworden ist, sondern weil er, wie der Gärtner bei seinen Beeten, ständig mit den Augen verfolgen kann, wie sich die Äußerungen des Lebens beim Keimgut auswirken. Der ganze Haufen in seiner Dehnung liegt vor ihm. Jede einzelne Stelle kann er kritisch prüfend betrachten und befühlen; Stellen, die zurück sind, kann er anregen, und die voran sind, zurückhalten. Das Gewächs sieht er mit den Augen vorangehen, das Leben in der Schweißbildung sich betätigen. Den Übergang von Stufe zu Stufe in Entwicklung und Lösung verfolgt er an den ihm bekannten Merkmalen. Er fühlt mit der Hand den Verlauf der Atmung. Der Gurkengeruch gibt ihm die Gewißheit, daß der Haufen gesund ist, und das Auge erfreut sich an der Frische und Kraft der gekräuselten Wurzeln. Und so leitet er den Haufen, jeden Augenblick zum Eingreifen bereit, wenn es sein muß, zur sicheren Lösung. Alles das will der Tennenmälzer nicht missen.

Auch ich selbst bin deshalb ein großer Freund des Tennenmälzens.

VII. Zusammenfassung

Früh begegnet man in der Literatur schon genauen, auf scharfer Beobachtung beruhenden Darstellungen der Malzbereitung. In M u n t z (1805) finden wir einen Autor, welcher Richtlinien für das Mälzen aufstellt, die heute noch gelten. Das Ziel ist vollkommene Lösung des Kornes, und Richtschnur für die Arbeitsmethoden, die im Haufen entstehenden Ungleichheiten in Wärme, Feuchtigkeit und Wurzelgewächs in weitgehendstem Maße durch sachgemäße und kunstgerechte Haufenarbeit

wieder auszugleichen. Der Kaltführung besonders wird der Vorzug gegeben. Das Haufenwenden muß eine Schichtenumlagerung sein.

Die Wichtigkeit der Schweißbildung wird erkannt; ihr Ausbleiben als fehlerhaftes Arbeiten angesehen. Erörterung findet die Frage der Führung auf „kalten“ oder „warmen“ Schweiß. Die letztere, allermeist üblichere Methode, tritt mehr und mehr zurück. Erörtert wird der Zeitpunkt des Wendens, den man am Eintritt der Schweißbildung und der Höhe des Temperaturanstiegs erkennt. Erörtert wird auch der Zeitpunkt, an welchem die Keimdauer als beendet anzusehen ist. Blattkeimlänge und Verfilzung bilden neben Lösung ausschlaggebende Merkmale. Die Vervollkommnung der Lösung erbringt die Schwelke.

Von richtigen Grundsätzen über Lage und Bau der Tennen war man früh schon durchdrungen. Den schwankenden Einflüssen der Atmosphäre soll die Tenne möglichst entrückt werden. Man legt sie deshalb zweckmäßigerweise in die Erde, statt oberirdisch an. Man sichert ihr damit nicht nur eine größere Gleichmäßigkeit in Temperatur, sondern auch in Feuchtigkeit.

Von größter Wichtigkeit ist auch die Beschaffenheit des Fußbodens, welcher glatt, fest, wasserundurchlässig und in seinem Temperatur-austauschvermögen gleichmäßig sein soll. In den Solnhofer Platten, in Kunstbasalt und Zement, denen ein geeigneter Untergrund noch gegeben wurde, schuf man sich die passenden Stoffe dazu. Um die Tennen noch mehr gegen Wärmeeinstrahlungen zu schützen, stattete man sie nur mit kleinen, blau oder mit Kalk angestrichenen Fenstern aus.

Für den Flächenbedarf fand man unter Berücksichtigung der Zeit des Wachstums, der Art der Haufenführung und der Leistungsfähigkeit der Darre Verhältnisse, die sich auch jetzt noch als annähernd zutreffend erweisen. Zur Vermälzung von je 100 kg Gerste hielt man eine Tennensfläche von 3,4—3,6 qm für angemessen.

Obgleich die Auffassung allgemein war, daß es von günstigstem Einfluß auf das Wachstum sei, möglichst gleichbleibende, kühle, etwa 8—10° C betragende Temperatur zu halten, konnte doch der Gedanke, eine Kühlung auf künstlichem Wege durchzuführen, noch keinen Boden fassen.

Von der sorgsam Arbeit wich man indes verschiedentlich ab. Abgesehen von unrichtiger Behandlung in der Weiche ließ man auch die Sorgfalt beim Mälzen außer acht. Man ließ die Gerste zu lange in der Weiche, überweichte sie, erstickte sie und brachte es dahin, daß erst eine lange tote Periode nach dem Überweichen eintrat, ehe das Korn zu spitzen begann. Die Zeitverkürzung, die für das Wachstum übrig blieb, versuchte man durch Warmführen auszugleichen. Andererseits wurde das Spritzen bei nur mäßiger Weiche Mode, um die Zeit des Wachstums stark zu verkürzen. So kam man zu Methoden, mit welchen man durch Forcieren die Lösung herbeizuführen suchte.

Eine andere Richtung sah gewisse Vorteile darin, die Mälzungszeit auszudehnen, um weiteste Auflösung zu erreichen. Die Folge war überlöstes Malz, meistens aber auch, namentlich bei der langen Mälzungszeit, eine starke Schwanderhöhung, dadurch mit veranlaßt, daß, um die Haufen kühl zu halten, sehr häufig gewendet werden mußte.

So entstanden Arbeitsrichtungen, durch welche Malze erzeugt wurden, die sich in der Brauerei nur in ungünstigster Weise verarbeiten ließen und Biere lieferten, welche Mängel dieser und jener Art aufwiesen.

Die Gegenreaktion setzte ein. Das allzu häufige und luftige Widern mit der Schaufel wurde verurteilt. Als ein besseres Hilfsmittel das Pflügen und Ackern mit angemesseneren Apparaten empfohlen und angewandt. Pflüge und Lockerungsgeräte verschiedenster Form entstanden, mit deren Gebrauch die Kühllhaltung der Haufen erleichtert und eine Schwandverminderung erreicht werden konnte.

Die Notwendigkeit des Greifenlassens blieb dabei strittig. Für die Herstellung dunkler Malze wird aber allermeist daran als einem unbedingten Erfordernis festgehalten. Für die Herstellung heller Malze wird sie meistens auch noch bei Verarbeitung eiweißreicher Gersten angewandt, kann aber bei Anwendung geeigneter Weichmethoden weitgehend eingeschränkt, bei Verarbeitung eiweißarmer Gersten aber völlig entbehrt werden.

Auf die Benutzung der Schwelke wird verschiedentlich noch Wert gelegt, obgleich sie entbehrlich ist, sofern ausreichende Tennenfläche zur Verfügung steht, um auch hier eine Art Schwelke durchzuführen.

Auf jeden Fall ist bei der Führung der Haufen auf die Art des herzustellenden Malzes Rücksicht zu nehmen; auch schon die Weiche danach einzurichten. Zur Herstellung von hellem Malz bedarf es eines geringeren Weichgrades, nicht zu langen Blattkeimgewächses und keiner so starken Enzyymbildung. Anders bei der Herstellung von Münchener Malz, für welches auch verhältnismäßig eiweißreiche Gersten geeigneter sind als eiweißarme. Die Führung der Haufen, auch Tennenluft und Feuchtigkeit, sollten so geregelt werden können, daß relativ wenig Wasser vom keimenden Korn verdunstet, um Gewächs- und Enzyymbildung sowie Abbau und Lösung nicht vorzeitig zu hemmen.

Die bei der Atmung des Kornes ausgeschiedene Kohlensäure muß Gelegenheit haben, aus dem Haufen in die Luft zu diffundieren. Dünnführen und Wenden sind die dafür angewandten Mittel. Bei Anstauung der Kohlensäure zu größeren Mengen würde intramolekulare Atmung entstehen, mit der ein stärkerer Stoffverbrauch verbunden ist.

In den fünfziger Jahren des vorigen Jahrhunderts entstehen pneumatische Anlagen zum Mälzen. Die Trommelanlage ist es, welche dem Kasten vorangeht. Die ersten Versuche wurden mit Trommeln gemacht, deren Mantel aus Drahtgeflecht bestand, und deren Zentralrohr achteckig geformt war. (V a l l e r y , L a c a m b r e). Die Belüftung ge-

schiebt von außen durch den Drahtmantel. Die Trommel mit festem, einen Längsschlitz tragenden Mantel (Völcner) folgt, bei welcher zum ersten Male durch Wasser zerstäubte Luft verwendet, diese aber vom Zentralrohr aus durch den Keimhaufen durchgesaugt, und durch den Mantelschlitz abgeführt wird. Gruber konstruiert die später wieder von Topf aufgenommene Trommel mit eingebauter Horde.

Galland tritt (1880) in die Reihe der Erfinder ein. Aus der anfänglich gebauten Trommel mit durchlochtem Mantel entsteht die Trommel mit festem Mantel und gelochten Seitenkanälen und der Luftkammer an der Lufteintrittsstirnseite. Damit wird das Trommelsystem dem Versuchstadium enthoben und zur sicher arbeitenden Betriebsanlage gemacht. Die Absperrung der oberen Kanäle durch einen Schieber (Freund) und Änderungen an dem Befeuchtungsturm stellen weitere Verbesserungen dar, welche die Gebrauchseignung noch mehr erhöhen. Der Übergang von den Mantelkanälen zu freitragenden erwies sich indes nicht als ein Vorteil.

Neben den Galland-Freund'schen Trommeln, welche eine sehr große Verbreitung gefunden haben, tritt die Schwager- und Tildentrommel stark in den Hintergrund.

Die Schwagertrommel besitzt einen Doppelmantel, und trägt in dessen Zwischenraum eine Reihe von parallelbegrenzten Kanälen, deren Innenwand zur Hälfte geschlitzt, zur Hälfte fest ist. Kreuzweis durchstreicht die Luft, von der Stirnseite eintretend, das Keimgut in der Richtung nach dem Zentralrohr hin.

Bei der Tildentrommel, die zugleich als Darrtrommel dienen kann, erfolgt die Belüftung vom Zentralrohr aus, und das Abstoßen der Luft durch den geschlitzten Mantel.

Auch die Gruber'sche Konstruktion mit der eingebauten Horde und dem festen Mantel, welche Topf wieder hat aufleben lassen, hat nur erst vereinzelt Eingang gefunden.

Für die Behandlung des unter ganz anderen Bedingungen wie auf der Tenne wachsenden Haufens mußten erst ganz neue Erfahrungen gesammelt werden. In Betracht zu ziehen war sowohl die Vorbehandlung in der Weiche, wie die Behandlung in der Trommel selbst. Der Befeuchtung der Luft, und damit den Befeuchtungstürmen, der Regulierung der Temperatur, der Feuchtigkeit und der Kohlensäurebeseitigung im Keimgut mußte als der wichtigsten Aufgaben sorgfältigste Beachtung geschenkt werden. Das Lüften, als das einzigste zur Verfügung stehende Mittel zum Kühlen, mußte, unterstützt durch periodisches Drehen der Trommel, zu einem besonderen System ausgebaut werden.

Durch feinste Nebel mit Feuchtigkeit übersättigte Luft, die auf kühle und gleichbleibende Temperatur einzustellen ist, muß zur Kühllhaltung des Haufens benutzt werden. Große Luftmengen sind erforderlich, die beim Durchgang durch das Keimgut feuchthaltend und kühlend

wirken müssen. In ruhender Trommelstellung ist eine Ansammlung von Wärme im Haufen indes nicht zu verhindern, ein Drehen muß zu Hilfe genommen werden, um die Masse umzuschichten und die Kühlung durchzuführen; zugleich auch eine Verfilzung zu verhüten.

Die Arbeitsgänge, besonders die periodische Anwendung von Drehung und Ruhe, bis zu einem gewissen Grade systematisch auszubauen, hat sich als notwendig für die praktische Handhabung erwiesen, wobei eigene Erfahrungen wieder bestimmend für die jeweiligen Behandlungsvorschriften waren.

Dem Trommelsystem traten bald die Kastensysteme an die Seite. Gallands System wurde grundlegend. Saladin machte es durch seine Erfindung des Schraubenwenders praktisch brauchbar. Mügger ergänzte es, indem er die einzelnen Kästen in einen völlig abgeschlossenen Raum einbaute, um nach Bedarf die Luft von unten oder von oben, wasserdampfgesättigt oder in atmosphärischer Beschaffenheit, durchzuleiten.

Im Unterschied zu der Belüftung in den Galland-Freund-schen Trommeln wird die Luft in den Saladinkästen, gleichwie bei der Gruber-Topfschen Trommel, als Druckluft von unten her dem Keimgut zugeführt. Wie dort ist auch hier feinste Benebelung ein Haupterfordernis.

Um die mit dem Durchgang des schraubenförmigen Wenders verbundene Gefahr der Beschädigungen des Wurzelgewächses weitgehend einzuschränken, gebietet es die Vorsicht, die Wanderungsgänge auf das denkbar geringste Maß herabzusetzen.

Des geschlossenen Kastens bedient sich Kropf, der damit Ideen Saladins u. a. praktisch verwirklicht. Er bezweckt damit aber noch ein anderes. Er will in den sogenannten Lösungskammern in kohlen-säureangereicherter Atmosphäre während der letzten Tage der Keimzeit die Lösung des Kornes herbeiführen und damit — was der hauptsäch-lichste Grundgedanke ist — infolge Absperrung der Luft die Atmung und die Gewächsbildung unterbinden.

Abgesehen von der ausschließlichen Verwendung von Kästen für eine Vollanlage, lassen sich auch Trommeln mit Kästen und Tennen mit Kästen zu einem System verbinden, wobei Trommeln und Tennen die Vormälzungsarbeit übernehmen.

Das Kropfsche System ist die Auswirkung von Bestrebungen zur Herabdrückung des Mälzungsschwandes auf denkbar niedrigste Ausmaße, wie sie um die Jahrhundertwende einsetzten. Kropf folgte damit namentlich einer Windschens Idee.

Die praktische Durchführung erschwert es indes, zu eindeutiger Auf-fassung zu kommen, da in der Kohlensäure und dem Sauerstoff Hem-mungen und Anregungen im Wechsel miteinander wirken. Hört die Sauerstoffatmung mit zunehmender Kohlensäurestauung auf, setzt in-

tramolekulare Atmung ein. Substanzverbrauch läßt auf der einen Seite nach, wird aber auf der anderen Seite durch tieferen Eingriff abgelöst. Übermäßig starke Stauung führt schließlich aber auch zu anderen nachteiligen Zersetzungen, welche Bildung von unerwünschten Geruchsstoffen zur Folge haben. Das Kohlensäurestauverfahren ist wohl ein Mittel, den Mälzungsschwand niedrig zu halten, zumal auch die Gewächsbildung gedrosselt wird. Daß durch geeignete Tennenführung (Einschränken des Wendens, Benutzung von Pflügen, Kühllhaltung) indes die Möglichkeit gegeben ist, den Mälzungsschwand in gleichem Ausmaße zu erniedrigen, kann wohl auf Grund reichlicher Erfahrungen behauptet werden.

Die Überlegenheit des Kropfsystems, wie überhaupt der pneumatischen Systeme tritt aber überragend hervor, wenn Raum- und Personalbedarf mit der Tennenmälzerei in Vergleich gestellt werden.



Abb. 57. Neuzzeitlichste Mälzereianlage

Kapitel IV

Das Darren

I. Physiologische, physikalische und chemische Vorgänge

A. Stufenwirkungen

Mit dem Auftragen des Grünmalzes auf die Darre setzen nun wieder Vorgänge besonderer Art ein.

Das Wachstum, noch kurze Zeit aufrecht erhalten, kommt nach und nach zum Stillstand, und wird schließlich völlig vernichtet. Abgetötet sind die Keimlinge, ein weiteres Wachstum ist verhindert. Doch fehlt es nicht an Ausnahmen, die bei der Herstellung von hellem, bei sehr niedrigen Temperaturen abgedarrtem Malz vorkommen.

Die Arbeit der Enzyme erlischt mehr und mehr. Die Enzyme selbst werden dabei, abhängig von der Art des Darrprozesses und der Abdarrtemperatur, vernichtet oder in geringerem oder stärkerem Maße geschwächt, und in einen Dauerzustand übergeführt, um unter geeigneten Bedingungen ihre abbauende Tätigkeit wieder ausüben zu können.

Der Vernichtung fallen zuerst die Zytase und die Oxydase anheim. Beständiger sind die proteolytischen Enzyme, Lipase, Diastase und Invertase.

Röst- und Farbstoffe entstehen und Aromakörper werden gebildet.

Alle diese Vorgänge und Wandlungen sollen sich aber unter Bedingungen vollziehen, welche zwecks Erzeugung typischer Malzarten unter angemessener Schonung der Enzyme innegehalten werden müssen.

Maßgebend für alle diese Vorgänge und Umsetzungen in Menge und Art ist neben der Beschaffenheit des Grünmalzes die Handhabung des Darrprozesses. Abhängig von dem Gang der Wasserentziehung, der Temperatursteigerung, und der Wahl der Abdarrtemperatur werden sich die Umsetzungen kürzer oder länger hinziehen, schwächer oder stärker gestalten und damit die Herstellung typischer Eigenart des fertigen Malzes ermöglichen.

Solange die Temperatur von 30—35°C noch nicht überschritten und noch ein reichlicher Gehalt an Wasser vorhanden ist, wie es die Herstellung dunkler Malze erforderlich werden läßt, vollziehen sich noch lebhafte Lebensvorgänge. Das Wachstum schreitet noch vorwärts, starke Atmung ist noch vorhanden und die Enzyme setzen ihre abbauende Tätigkeit in erheblichem Umfange fort. Mit der Steigerung

der Temperatur lassen dann die Betätigungen des Lebens nach und erlöschen, sobald 46—48° C erreicht sind.

Nur noch die Enzyme arbeiten weiter, bis auch sie unter weiterer Steigerung der Temperatur in die sogen. *Wärmestarre* kommen, wodurch auch ihre Tätigkeit Abschluß findet. Chemische Vorgänge sind es dann allein, welche nur noch stattfinden und sich in der Bildung von Aroma und Röststoffen auswirken.

Auch dieser letzte Teil in der Reihe der Umwandlungen wird schließlich durch immer stärker vor sich gehende Wasserentziehung zum Stillstand gebracht. Im trockenen Korn, das von der Darre kommt, sind alle Vorgänge in den Dauerzustand versetzt, bzw. völlig vernichtet. Die *Trockenstarre* ist eingetreten.

Kennzeichnen sich die Vorgänge bei der Herstellung von dunklem Malz in stärkerem Maße, so vollzieht sich ihr Verlauf in vermindertem Maße bei der Herstellung von *hellem Malz*. Das Wachstum, welches sich nur auf den Blattkeim erstreckt, und bei der Herstellung von dunklem Malz augensichtlich erkennbar werden kann, äußert sich bei der Darrung von hellem Malz äußerlich erkennbar nicht mehr. Die Atmung verläuft infolge der schnellen Trocknung bei niedrigen Temperaturen schwächer und erlischt früher. Die enzymatischen Vorgänge werden ebenfalls früher stillgesetzt, und Röst- und Farbstoffe in wesentlich geringerem Umfange erzeugt. Die Enzyme selbst weitgehend geschont.

Die abbauende und umwandelnde Tätigkeit der Enzyme erstreckt sich vor allem auf Stärke, Hemizellulose, Zucker und Eiweiß.

B. Abbau organischer Verbindungen

Aber auch organische Salze (Saccharate und Phosphate) unterliegen dem Abbau und auch der Ausfällung. Die primären Kalziumphosphate und die primären und sekundären Magnesiumphosphate, welche in löslicher Form vorhanden sind, bilden sich durch die hohen Temperaturen zum Teil in unlösliche tertiäre Phosphate um, wobei Phosphorsäure frei wird. Kalksaccharat wird zerstört, und Kalk frei gemacht. Mit Phosphorsäure setzt er sich in tertiäres Kalziumphosphat um, das wieder teilweise in lösliches Monokalziumphosphat zurückgewandelt wird ¹⁾.

C. Diastase und Zucker

Die zur Herstellung von hellem Malz angewandten Verfahren, bei denen unter Verwendung großer Luftmassen bei niedrigen Temperaturen in kurzer Zeit das Wasser weitgehend zum Verdunsten gebracht wird, lassen einen beachtlichen zytatischen und diastatischen Abbau und eine Veränderung des Zuckergehaltes und der Zuckerarten nicht entstehen.

¹⁾ F. Schönfeld und Krumhaar, Wochenschrift f. Brauerei 1915, Nr. 11, 12.

Anders bei der Herstellung von dunklem Malz, welches sein Wasser nur in allmählichem Verlauf abgeben soll, und dabei langsamer Temperatursteigerung ausgesetzt wird, so daß sowohl noch ein Fortschreiten des Lösungsvorganges stattfindet, bzw. stattfinden kann, als auch ein erheblicher Abbau von Stärke in Zucker und eine Umbildung der Zuckerarten.

Die o b e r e Darre ist es, auf welcher diese Wandlungen eingeleitet werden bzw. sich abspielen. Der Zuckergehalt vermag in der Zeit von 24 Stunden, welche das Grünmalz auf der oberen Horde durchweg gehalten wird, eine Zunahme bis zu 2%, bezogen auf Malztrockensubstanz; oder 25% seines ursprünglichen Gehaltes zu erfahren. Dabei kann sowohl der Gehalt an Rohrzucker, wie an Invertzucker, welcher sich aus ersterem durch Einwirkung der im Malz vorhandenen sauren Stoffe und der Invertase bildet, gesteigert werden, wie auch der Invertzucker selbst. Die stärkere Steigerung entfällt auf den Invertzucker ¹⁾.

Gesamt-Zucker, sowie Verhältnis von Invertzucker zu Rohrzucker in Grünmalz und Darrmalz (Münchener Malz) (nach eigenen Untersuchungen)

	Wasser	a Invert- zucker	b Rohr- zucker	Gesamt- zucker (a + b)
	°o	°o	°o	°o
Grünmalz	38,80	2,26	6,11	8,37
Malz beim Abräumen der oberen Horde	10,40	4,51	5,80	10,30
Malz beim Abdarren . .	2,07	2,06	6,48	8,54

Wird nun das mit Zucker angereicherte Malz, welches nach und nach sein Wasser bis auf 10—20% abgegeben hat, von der o b e r e n Horde auf die u n t e r e gestoßen, und sind damit die enzymatischen Vorgänge dem Erlöschen nahe gebracht, so treten unter der Wirkung gesteigerter Temperaturen nach und nach in verstärktem Maße sich vollziehende chemische U m s e t z u n g e n an ihre Stelle. Der Lävuloseanteil des Invertzuckers ist es vor allem, welcher den Einflüssen der hohen Temperatur unterliegt, und teilweise der Zerstörung anheimfällt. Daneben vollenden sich die schon auf der oberen Horde begonnenen Prozesse: Die Z u c k e r (Lävulose, Dextrose, Rohrzucker) treten mit den P o l y p e p t i d e n und A m i n o s ä u r e n zu K o n d e n s a t i o n s p r o d u k t e n zusammen. Teils entstehen Körper von brotartigem Aroma, teils Farbkörper, welche sämtlich kolloidaler, sauer reagierender Natur sind.

Unter dieser für die Erzeugung von dunklem Malz erforderlichen

¹⁾ Siehe „Brauerei und Mälzerei“, Bd. I, S. 297.

Darrbehandlung hat die *D i a s t a s e* — wie es auch für die anderen Enzyme zutrifft — nicht in dem Maße geschont werden können, wie es bei der Erzeugung heller Malze der Fall ist. Obgleich bei der Tennenbehandlung auf die Bildung eines großen Diastasegehaltes hingearbeitet wird, und das Grünmalz auch diastasereicher auf die Darre gelangt, nimmt doch die Schwächung infolge der langsameren Wasserentziehung beim Darren, und der für den Charakter des Malzes erforderlichen hohen und lange Zeit anhaltenden Abdarrtemperatur einen so großen Umfang an, daß letzten Endes im fertigen Malz der Diastasegehalt nur $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{3}$ des hellen Malzes beträgt.

D. Proteolytische Enzyme und Eiweiß

Den zytatischen und diastatischen Abbauvorgängen treten die *E i w e i ß a b b a u e n d e n* an die Seite. Auch ihre Arbeit setzt sich fort, so lange in dem Korn noch das für die Ausübung der Spaltwirkung erforderliche Wasser vorhanden ist, und die Temperatursteigerung noch nicht die Grenze erreicht hat, welche in das Gebiet der Wärmestarre überleitet. Dadurch nimmt der Gehalt an löslichem Eiweiß zu. Werden dann mit fortschreitendem Darrprozeß immer höhere Temperaturen erreicht, so setzen denaturierende und schließlich koagulierende Wirkungen ein, welche Teile des fällfähigen Eiweiß wieder zur Ausscheidung bringen. Von der Höhe der gewählten Abdarrtemperatur ist es abhängig, in welchem Umfange diese Koagulation sich auswirkt. Ihre Wirkung fällt um so schwächer aus, je niedriger die Temperatur ist.

Bei der Herstellung heller, nach Pilsener Art gedarrter Malze kommen deshalb nicht nur die geringsten Fällwirkungen vor, sondern auch bei Beginn des Darrens die schwächsten Nachwirkungen des Eiweißabbaues.

Wird dann der Darrprozeß andererseits so geleitet, wie es die Herstellung dunkler Malze erfordert, so ist das Ausmaß des peptischen Abbaus bei der langsameren Wasserentziehung und bei der durch höhere Temperatur angeregten enzymatischen Tätigkeit ein stärkeres.

Dem stärkeren Abbau wirkt aber bei weiterer Steigerung der Temperatur eine um so stärkere *D e n a t u r i e r u n g* und *K o a g u l i e r u n g* entgegen, als der immerhin noch hohe Wassergehalt des Malzes die Fällwirkung verstärkt.

Da außerdem Abdarrtemperaturen erreicht und stundenlang gehalten werden, welche höher liegen als die für helles Malz und meistens die Kochtemperatur des Wassers annähernd oder ganz erreichen oder sogar überschreiten, so treten schließlich Bedingungen ein, welche letzten Endes dazu führen, daß im dunklen Malz trotz des stärkeren peptischen Abbaus der Gehalt an löslichem Eiweiß und an löslich koagulierbarem geringer ist, bzw. sein kann als beim hellen Malz. Es sei denn, daß für die Herstellung von letzterem Arbeitsmethoden gewählt werden, die bei

Beschränkung auf kürzestes Gewächs den Eiweißabbau überstark drosseln, wobei allerdings die Lösungsfrage in den Hintergrund zu stehen kommt¹⁾.

Für die Minderung des Gehaltes an löslichem Eiweiß kommt aber noch ein anderes Moment mit in Betracht. Außer den durch Hitzeeinwirkungen gefällten hochmolekularen löslichen Eiweißstoffen ist es noch die Gruppe der Aminosäuren und Polypeptide, von welchen Teile vernichtet werden, indem sie sich mit Zucker zu Röst- und Farbstoffen (Melanoidine)²⁾ umsetzen. Zwei ganz verschiedene Vorgänge sind es also, durch welche die weitgehenden Wirkungen des peptischen Abbaus zu einem erheblichen Teile wieder vernichtet werden.

¹⁾ F. Schönfeld, Jahrbuch der V. L. B. 1905, S. 47/48.

Klein-Versuche	Lösliches Eiweiß in Prozenten der Malz-trocken-substanz	Lösliches Eiweiß in Prozenten des Gesamt-eiweißes	Lösliches koagulierbares Eiweiß in Prozenten der Malz-trocken-substanz	Lösliches koagulierbares Eiweiß in Prozenten des löslich. Eiweißes
Grünmalz A	2,83	25,0	0,54	19
Daraus hergestellt:				
1. helles Malz, abgedarrt mit 70° C	3,25	28,8	0,48	15
2. dunkles Malz, abgedarrt mit 110° C	2,83	25,0	0,31	11
Grünmalz B				
Daraus hergestellt:				
1. helles Malz	3,58	31,1	0,72	20
2. dunkles Malz	2,88	25,0	0,45	14
Untersuchungen bei der Herstellung von dunklem Malz in der Hochschul-Brauerei, Berlin (Darrzeit 48 Std.)				
	Lösliches Eiweiß in Prozenten der Malz-trocken-substanz	Lösliches koagulierbares Eiweiß in Prozenten der Malztrocken-substanz	Lösliches koagulierbares Eiweiß in Prozenten des Gesamt-eiweißes	
Grünmalz	2,69	0,84		31
beim Abräumen der oberen Horde	2,81	0,72		25
beim Abdarren (95° C)	2,54	0,46		18

²⁾ Siehe „Brauerei und Mälzerei“, Bd. I, S. 238.

E. ph-Beeinflussung

Durch den weiteren Abbau von Eiweiß entstehen sauer reagierende Abbaukörper (Aminosäuren). Mit der Denaturierung und Koagulation durch Einwirkung der Hitze werden einerseits alkalisch reagierende Stufen ausgefällt, andererseits durch Reaktion zwischen Zucker und gewissen Aminosäuren sauer reagierende Stoffe beseitigt. Organische Kalkverbindungen, wie Kalksaccharate, werden zerstört. Unlösliche tertiäre Phosphate bilden sich aus löslichen, es entstehen freie Phosphorsäuren, die sich wieder zu Monophosphaten umbilden. Das Endergebnis all dieser Vorgänge stellt sich als eine Verschiebung der H-Ionen nach der sauren Seite dar, die um so stärker ist, je höhere Temperaturen erreicht, und je stärker die Eiweißabbauvorgänge und -koagulationen, wie bei der Herstellung von dunklem Malz, sind ¹⁾.

F. Mürb- und Hartmalz

Der Darrprozeß ist so zu leiten, daß die Mürbheit, welche das Grünmalz durch den Mälzungsprozeß angenommen hat, bei der Überführung in Darrmalz erhalten bleibt. Wird beim Darren nicht in vorsichtiger Weise verfahren, die Vorsicht namentlich in bezug auf die Verdunstung des Wassers außer acht gelassen, und schnelle Temperatursteigerung vorgenommen, wenn noch verhältnismäßig viel Wasser vorhanden ist, so wird nicht nur die Diastase stärker gefährdet, sondern es wandelt sich auch das M ü r b m a l z in H a r t m a l z. Eingehende Untersuchungen von G r ü ß ²⁾ sowie eigene ³⁾ haben die morphologischen und physiologischen Veränderungen festgelegt, welche sich jeweils bei der Bildung von Mürb- bzw. Hartmalz aus Grünmalz guter Lösung vollziehen.

Für die Bildung von M ü r b m a l z sind folgende morphologischen und physiologischen Vorgänge bzw. Zustände kennzeichnend: In den Schildchen sind noch Reste von noch nicht völlig gelöster Stärke vorhanden. Die Zellwände im Endosperm, welche die Stärkekörner umschließen, sind angegriffen und vielfach zerrissen. Die Zellen selbst mit Luft durchsetzt. Locker liegen die Stärkekörner in der Plasmaeinbettung. Zahlreich sind kleine Stärkekörner vorhanden, die um das Vielfache gegenüber den großen überwiegen (Abb. 58, B).

Das durch falsche Darrbehandlung aus gutgelöstem Grünmalz erzeugte H a r t m a l z zeigt dagegen folgende Veränderungen: Die Schildchen sind restlos von Stärke freigeworden. Das harte Korn zeigt gelblich bis bräunlich gefärbte Mittelteile und helle oder weißliche Randzonen. Die Zellwände sind in weitgehendem Maße gelöst, namentlich an der Mittelfurche; hier auch gelöst die Zellen der Aleuronschicht und der

¹⁾ Siehe Kapitel III, I/B, 6.

²⁾ G r ü ß, Wochenschrift f. Brauerei 1899, S. 621.

³⁾ F. S c h ö n f e l d, Wochenschrift f. Brauerei 1900, S. 247.

darunterliegenden Gewebe. Starke Zunahme hat der Gehalt an Zucker erfahren. In Verbindung mit diesem bilden die aus der Auflösung der



A

B

Abb. 58. A. Schnitt durch die Mitte eines glasigen Malzkornes. — B. Schnitt durch die Mitte eines mürben Malzkornes. Gezeichnet von Dr. J. Gr ü ß (Wochenschrift für Brauerei 1899, Nr. 47).
E = Embryo, *A* = Aleuronschicht, *K* = Zone der korrolierten Stärkekörner, *M* = Mitte, *F* = Einscheidende Hautfalte, *G* = Garbenförmiges Gewebe, *St* = Strang gefärbter Zellen, *FS* = Frucht- und Samenschale, *Sp* = Furche auf der Bauchseite des Kornes, *Sf* = Schrumpfungsfurche

Zellwände entstandenem Gummistoffe eine feste Masse um die Stärkekörner. Im Unterschied zum Mürbmalz treten die kleinen Stärkekörner

stark zurück, auch fehlt die Durchsetzung mit Luft in den Zellen (Abb. 58, A).

Für die Entstehung von Hartmalz sind aber noch andere Umstände maßgeblich. Wohl ist in jedem Falle die Verschmelzung des Endosperms und das Fehlen von Luftporen und Kanälen das kennzeichnende Merkmal, doch kann der physikalische Zustand der Erhärtung außer durch Gummifizierung infolge Abbaus und Verschmelzung von Hemicellulosen der Zellwände und Stärkekörnern, namentlich der kleineren, auch noch durch abgebaute und in gleicher Weise veränderte Eiweißstoffe verursacht werden.

Kann man die Erhärtung durch Gummifizierung und Zucker als Zuckerhärte bezeichnen, so die andere als Eiweißhärte. Ist erstere teilweise auf unzureichende Auflockerung schmieriger Lösung vom Grünmalz durch Schwelken, sei es vor oder beim Darren zurückzuführen, noch mehr, wenn dabei vorsichtige Darrbehandlung fehlt; teilweise auf unvorsichtige Darrbehandlung von gut gelöstem Mürbmalz, so liegt die Ursache für letztere in der Verschmelzung von großen peptonisierten Eiweißmassen. Sie kann auch wieder um so stärkere Formen annehmen, je wasserreicher das Malz höheren Temperaturen ausgesetzt wird, und auf der anderen Seite sich entsprechend verringern, wenn durch geeignete Behandlung in der Weiche und beim Mälzen nicht nur ein kräftiger Eiweißabbau herbeigeführt, sondern das Endosperm auch bei lockerem Gefüge zu guter Lösung gebracht wird.

In diesem Falle entstehen (nach Grüb) an den Ablagerungsstätten des Reserveeiweiß, innerhalb der peripherischen Zellen des Mehlkörpers, in den Eiweißmassen infolge der Peptonisierung netzartig verzweigte Kanäle, welche mit abgebautem Eiweiß gefüllt sind. Die Körner werden randglasig. Bei sachgemäß geführtem Mälzungs- und Schwelkprozeß trocknen diese ein, und Luftkanäle entstehen. Die Hart- bzw. Glasmalzbildung wird damit umgangen bzw. weitgehend zurückgedrängt.

Andererseits wird die Bildung von Eiweißhärte begünstigt, wenn die hydrolysierten Eiweißmassen Gelegenheit haben, aus den ursprünglichen Ablagerungsstätten nach dem Innern des Endosperm vorzudringen, und sich hier mit den Hydrolyseprodukten der Zellwände oder auch mit dem Zucker zu verschmelzen; wie es bei unvorsichtiger Darrung, bei der Einwirkung hoher Temperaturen auf noch zu feuchtes Malz möglich ist. Es entsteht ein völlig glasiges Korn. Das ganze Endosperm kann davon erfaßt werden. Und damit weicht es mehr oder weniger in der Struktur von dem zuckerharten ab, bei welchem vor allem die inneren Teile des Mehlkörpers glasiges Aussehen, die peripherischen Zellen dagegen helles zeigen.

Von diesen beiden Arten der Härte bzw. Glasigkeit ist nun eine dritte wieder unterschiedlich, welche entsteht, wenn zu kurz gemälztes Malz, das noch keine Lösung besitzt, dem Darrprozeß unterworfen wird. In

diesem Falle kann das Endosperm teils völlig kreidiges, teils randglasiges, teils backen-, teils mehr oder minder vollglasiges Aussehen besitzen. Die Härte könnte man Rohhärtē nennen.

II. Gebäudedarren — Plandarren

A. Entwicklung der Darranlage

1. Heißluftdarren

a) Der Entwicklungsgang zur Einhorden- und Zweihordendarre

Das Trocknen ist schon einfachsten Kulturvölkern ein geläufiger Begriff für die Haltbarmachung gewesen. Die Babylonier backten und trockneten ihre Bierbrote. Sie trockneten auch Malz. Wo das gekeimte Getreide nicht gleich in Brote geformt wurde, unterwarf man es unmittelbar der Trocknung. Wo nach der Ernte der Winter nicht mit Eis und Kälte folgte, sondern die Sonne ihre Glut weiter über die Erde verbreitete, reichten die Sonnenstrahlen zur Trocknung aus. Auf der Erde oder auf Steinen breitete man das Malz aus. Steinbier nannte man das Bier, zu dessen Herstellung Malz benutzt wurde, das auf heißen Steinen getrocknet war.

Darrmalz ist ein schon im Altertum bekannter Begriff, wie nach Stuhl¹⁾ aus dem Worte Nektar abgeleitet werden kann.

Aus Weiden flochten die alten Germanen Hürden, die sie über den Herd hingen, um Feld- und Gartenfrüchte zu trocknen. Sie dienten auch, da die Sonnenwärme nicht ausreichte, zum Trocknen von Malz²⁾.

Die Horde aus Weidengeflecht blieb jahrhundertlang die Trocknungsanlage. Der offene Herd wandelte sich nach und nach in einen aus Steinen gebauten Ofen um, der die Wärme lieferte. Der Rauch wurde durch eine Öffnung in der Decke des Ofens abgeführt, durch einen Rauchfang erfaßt, und von dort ins Freie geleitet. Die Hürde lag nun nicht über, sondern um denselben herum³⁾. (Bayrische oder Satteldarre.)

An die Stelle der Weidenflechthorde tritt die hölzerne, später die gelochte Eisen- oder Kupferplatte, oder auch Tonplatte, und dann die Horde aus Draht. Sie ist entweder horizontal oder schräg, oder sattelförmig angelegt. Die Darre wird ein fester Gerüstbau. Der offene Herd wird mehr und mehr durch den Feuerkanal, welcher sich mitten durch den ganzen Feurungsraum auf dem Fußboden entlang erstreckt, ersetzt.

¹⁾ Stuhl, Das Bier bei Homer. Gesellschaft f. d. Geschichte und Bibliographie des Brauwesens, Jahrbuch 1928, S. 69. — Die Silbe Nek (neck) soll Malz, die Silbe tar soll dörren, dürrmachen bedeuten. Also Nektar = Darrmalz. Erst Homer soll die Bezeichnung Nektar für Wein, und zwar für edlen Wein von roter Farbe, gebraucht haben.

²⁾ Richard Knoblauch, Vom Trank der alten Germanen.

³⁾ Richard Knoblauch, Braugeschichtliches aus dem alten Kloster St. Gallen, 9.—11. Jahrhundert.

Er ist übermauert oder mit Blech überdacht, um die abfallenden Malzkeime aufzufangen. Die Heizgase treten durch Löcher, welche an den Seiten des Feuerkanals angebracht sind, in den freien Raum unterhalb der Horde (die S a u), erwärmen sie, und ziehen durch die Löcher und das auf der Horde liegende Malz, von dem Dunstschlot aufgefangen, in das Freie ab. Der Wärmeträger ist in erster Linie die Horde. Zum Heizen dient ausgetrocknetes Buchen- oder Erlenholz, das von allen Holzarten am wenigsten Rauch entwickelt. Besondere Luftzüge bewirken eine schnellere Wärmeleitung nach oben.

Neben der B a y r i s c h e n (Satteldarre) fand die N i e d e r l ä n d i s c h e starke Beachtung. Die Horde wurde durch ein Gerippe von Eisenstäben getragen, und lag im Gegensatz zu den anderen Rauchdarren 20—25 Fuß über dem Boden der Feuerung. Sie eignete sich viel besser zur Herstellung von hellem Malz. Die Bayrische wegen ihrer geringen Entfernung der Horde, welche nur 8—12 Fuß betrug, mehr für dunkles Malz ¹⁾).

Der Darrbau verbessert sich. Der Feuerraum wird nicht mehr unter der Horde, sondern seitlich angebracht (Paupie). Die Verbrennungsgase strömen durch einen Hauptkanal in zahlreiche kleine, rechtwinklig zum Hauptkanal angeordnete Seitenkanäle in den Heizraum, und führen eine bessere Wärmeverteilung gegen die Horde herbei. Weitere Verbesserungen folgen.

Während die Entwicklung auf dem Festland von der Heizung mit direkt erwärmter Luft zu der mit indirekt erwärmter übergeht, geht sie in England in gerader Richtung weiter ²⁾. Das Heizmaterial wird die rauchfrei verbrennende Anthrazitkohle, bzw. der Koks. Um die Horde vor dem direkten Anprall der im offenen Herd verbrennenden Kohle zu schützen, ist mehrere Fuß (8—10) unterhalb derselben ein Blech gespannt, welches die Heizgase umleitet, ehe sie an die Horde dringen. Die Horde wird weit (20—30 Fuß) vom Feuerherd abgerückt. Bei größeren Anlagen werden 2—4 einzelne Darren zu einer Gesamtanlage vereinigt. (Abb. 59).

In allerneuester Zeit machen sich auch Bemühungen bemerkbar, die Einhordendarre auf dem Kontinent statt selbst der technisch hochentwickelten anderen Darrsysteme einzuführen. Die Heißluft, durch Verbrennung von Koks erzeugt, wird durch einen Ventilator durch die Horde gesaugt, und im Kreislauf von neuem zugeführt. Das System, nach welchem zwar schon eine Reihe von Anlagen kleineren Formats erbaut ist, bedarf indes noch eingehender praktischer Erprobung.

¹⁾ Nach S c h a r l und P a u p i e; nach diesen sollte auch die Höhe des Gewölbes von der Horde ab etwa 8 Fuß betragen. — F a ß b e n d e r, *Mechan. Technologie*, 2. Bd. 1883 und B a l l i n g, *Die Bierbrauerei*, 2. Auflage, 1. Teil, S. 359.

²⁾ F. S c h ö n f e l d, *Die Herstellung obergäriger Biere*.

Demgegenüber nimmt die andere Richtung folgenden Verlauf:

Der Feuerraum wandelt sich in eine Wärmekammer. Die Verbrennungsgase ziehen nicht mehr durch das Malz. Die Rauchdarre verschwindet mehr und mehr. Rohre aus Eisenblech, welche sich in verschiedenen Windungen unter der Horde hinziehen, nehmen die Hitze aus einem besonderen Kanal auf, lassen sie in die Wärmekammer ausstrahlen, von der aus nun die Horde erhitzt wird¹⁾. (Sog. englische Luftdarren).



Abb. 59. Einhordendarre mit offener Feuerung als Doppelanlage

Feste Richtlinien beginnen sich für das Darren herauszubilden, ohne daß sie aber schon Allgemeingut werden. Man erkennt, daß die vorsichtige Trocknung das Korn in seiner Mürbheit erhält, übereilte Trocknung zu Schrumpf- und Hartmalz führt; daß nur 3—4 Zoll hoch aufgetragen werden soll, und fleißiges Wenden günstig, seltenes Wenden ungünstig wirkt. Der Begriff des hellen und dunklen Malzes entwickelt sich im Unterschied zum Luftmalz, welches grünlich farbenes Bier liefert.

Beim hellen Malz soll nicht nur der Mehlkörper mürb, mehlig und hell sein, hell auch die Spelze. Beim Malz für dunkle Biere soll ebenfalls der Mehlkörper möglichst hell, nur die Hülse geröstet sein. Stets soll aber die Hülse des gedarrten Malzes geschlossen sein, was zu erreichen ist, wenn vorsichtig gefeuert und fleißig gewendet wird, um die ent-

¹⁾ Benno Scharl, Braunbierbrauerei 1814.

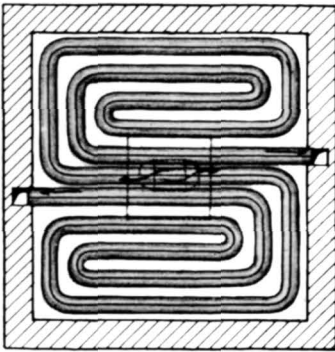
weichende Feuchtigkeit am Niederschlagen in den oberen Malzschichten zu verhindern ¹⁾).

(Aufgeschlissene Spelzen durch Maschinendrusch kannte man noch nicht).

Die *Doppeldarre* ²⁾ erringt sich ihren Platz neben der einfachen. Der Trocknungsvorgang wird in zwei Teile zerlegt: Auf der oberen Horde wird das Grünmalz bei niedrigen Temperaturen vorgetrocknet, die Gefahr des plötzlichen Hitzeüberfalls und der Bildung von Glasmalz vermindert bzw. beseitigt, die abziehende Wärme der unteren Horde ausgenutzt, die Darrleistung erhöht.

b) Liegendes und stehendes Heizsystem

Die Darrkonstruktion wird ausgebaut. Bezüglich der Heizapparate, der Luftzuführung, der Horden, der Wendeapparate sucht man zu immer weiteren Verbesserungen zu gelangen.



Querschnitt der Heizröhre

Abb. 60. Liegendes Heizsystem
(Engelhardt)

Den Heizröhren gibt man die verschiedensten Formen: dreieckig, stumpfkönisch zulaufend, seltener rund, mit tropfenförmigem Querschnitt, um das Abgleiten der von der Horde fallenden Malzkeime zu ermöglichen, und die Gefahr des Verbrennens zu verhindern, wenn sie auf den Röhren liegenbleiben.

Bei den liegenden Systemen (Schlauchdarren bzw. englische Darren) werden die Heizröhre (Kaloriferen) sowohl in einfacher Lage, wie in Lagen übereinander angelegt. Die Führung ist so zu gestalten, daß eine möglichst gleichmäßige Verteilung der Hitze gegen die Horde erfolgt. Eine einfachste Anordnung ist z. B. das System Engelhardt (Abb. 60), bei welchem

die vom Feuerherd ausströmende Hitze einem in der Mitte der Sau angelegten Kanal zugeführt wird, von dem aus sie sich in ein nach beiden Seiten anschließendes horizontal liegendes Rohrsystem verteilt, um von da in der Mauer zur Kuppel der Darre hochzusteigen ³⁾.

Eines der bekanntesten Systeme dieser Art ist das Reischlsche. Um den aus Chamottesteinen gebauten Ofen ist ein aus dem gleichen

¹⁾ Paupie, Die Kunst des Bierbrauens 1794 und Muntz, Das Bierbrauen 1836.

²⁾ Heiß, Die Bierbrauerei 1855, S. 64.

³⁾ C. Lintner, Lehrbuch der Bierbrauerei 1877, S. 188.

Material bestehender Mantel gebaut, den ein Zwischenraum von etwa 25 cm von der Ofenwand trennt. In ihn münden die Kaltluftzüge. Die im Ofen aufsteigenden Feuergase werden in horizontale, ebenfalls gemauerte Kanäle abgeleitet, und dann den ebenfalls horizontalen eisernen Heizröhren der Sau zugeführt, zwischen deren Boden und der Decke des Heizraumes die Vorwärmkammer liegt. In ihr befinden sich die ge-

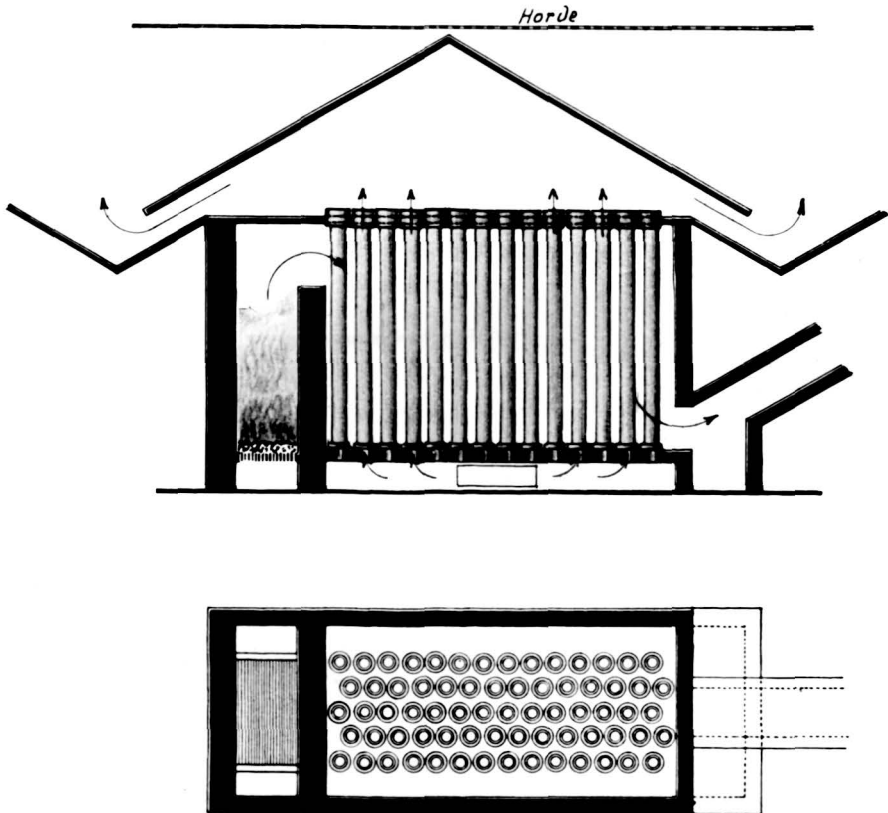


Abb. 61. Stehendes Heizsystem (Burckhardt)

mauerten horizontalen Feuerkanäle. In den Vorwärmer münden sowohl die Kanäle für die im Ofen angewärmte Luft, wie die der atmosphärischen Kaltluft. Letztere tritt durch Pfeifen hinzu, welche von der Decke des Heizraumes durch den Fußboden führen.

Die stehenden Heizapparate leiten die Hitze in stehenden Röhren in die Sau. Verschiedenste Systeme sind vorhanden. Erwähnung verdient u. a. die Anordnung, bei welcher die in einem Vertikalrohr zugeführten Heizgase in einer Reihe von strahlenartig auslaufenden engeren Röhren verteilt, und von dort im Gegenstrom zum Hauptrohr

nach unten weitergeleitet, und schließlich von da in den Abzugskanal abgeführt werden.

Burckhardt (Abb. 61) ordnet eine Reihe von stehenden, unten und oben offenen Röhren in einem großen Behälter an. Durch dieselben wird Luft von unten eingeleitet, die dann nach dem Austritt aus der oberen Öffnung gegen einen Schirm stößt, durch den sie nach allen Seiten verteilt wird. Beim Durchgang durch die Röhren wird die Luft erhitzt, indem die Heizgase, seitlich in den Behälter geführt, die Röhren allseitig umspülen, und an der dem Eintritt entgegengesetzten Seite abgeleitet werden.

Die liegenden und stehenden Anordnungen der Heizrohre werden auch in Verbindung miteinander gewählt.

Damit die Heizanlage zu voller Wirkung kommen kann, muß für denkbar günstigste Zugverhältnisse Sorge getragen werden. Sowohl sind die Kaminrohre in angemessenem Verhältnis anzulegen, als auch Durchmesser von Dunstfang und Rauchrohr in bestimmtes Verhältnis zu bringen.

Das liegende System erwies sich mehr und mehr als das geeignetste für die Herstellung von dunklem Malz, da die Heizrohre verhältnismäßig nahe an die untere Horde herangerückt, und die strahlende Wärme zum Vorteil des Malzes direkt nutzbar gemacht werden kann.

Obwohl für die Herstellung heller Malze unter Zuhilfenahme der unter der unteren Horde angeordneten hohen Luftmischkammer (Sau)¹⁾ ebenfalls das liegende System in vorteilhaftester Weise Anwendung finden kann, wie die Ausführung, namentlich späterer Anlagen, beweist, so führte sich doch hierfür das stehende Heizsystem im Laufe der Zeit besser ein. Die Vorzüge lagen auf der Hand. Es war die größere Widerstandsfähigkeit der Kaloriferen gegen die heißen Heizgase, der geringere Brennstoffverbrauch, und die bessere Zugwirkung. Zudem erfuhr dieses System allmählich auch noch erhebliche Verbesserungen mancherlei Art²⁾.

¹⁾ Anfänglich, als außer dem Heizröhrenraum kein weiterer Raum für die Durchmischung der erwärmten mit der atmosphärischen Luft vorhanden war, bezeichnete man den Heizröhrenraum als Sau. An dieser Bezeichnung hielt man auch fest, als unterhalb des Heizröhrenraums ein Luftmischraum eingebaut wurde. Als indes der Luftmischraum oberhalb des Heizröhrenraums und unterhalb der unteren Horde angelegt wurde, pflegte man diesen Luftmischraum, in welchem sich nunmehr die von der Darre fallenden Wurzelkeime ansammeln, als Sau zu bezeichnen. So gilt im allgemeinen auch heute noch der direkt unter der unteren Horde liegende Raum, in welchen die Malzkeime hineinfallen, mag es nun die Luftmischkammer oder der Heizröhrenraum sein, als Sau. Man bezeichnet ja auch hier die sich ansammelnden Keime als Saukeime.

Abweichend hiervon findet sich aber auch die Auffassung, daß als Sau stets nur der Heizröhrenraum bezeichnet wird.

²⁾ Fassbender, Mechanische Technologie, II. Bd., auch Heinzelmann, Wochenschrift f. Brauerei 1910.

So baute R i e d i n g e r , Augsburg, den Heizkörper in der Weise, daß die Heizgase in einem weiten Zylinder nach oben geführt werden, sich dort in einem Kasten sammeln, in engen Röhren wieder nach unten strömen, dort wieder in einem Kasten gesammelt, und in einem Röhrensystem nach oben in eine zweite Abteilung des Kastens, und von da in den Rauchkamin abgeleitet werden.

Die bessere Eignung des liegenden Systems für dunkle, und des stehenden für helle Malze führte nun bald dazu, die beiden Systeme in einer einzigen Anlage zu vereinigen, um je nach Bedarf auf der Darre die eine oder die andere Malzart herstellen zu können. Zu den ersten gehörte E i n e n k e l , Chemnitz, welcher diese Kombination durchführte.

H a n n e r und H e r i n g verbessern die Heizanlage dadurch, daß sie die einströmende Luft zuerst denjenigen vertikalen Heizrohren zuführen, welche durch die Feuergase am stärksten erhitzt werden, wodurch nicht nur das Durchbrennen der Rohre aufgehalten, sondern auch weitgehende Ausgeglichenheit in der heißen Luft unter der untersten Horde angestrebt, bzw. erreicht wird.

Bei der S t e i n e c k e r s c h e n Konstruktion, welche ebenfalls eine Kombination von stehenden und liegenden Heizkörpern darstellt, ist der Zylinder, in welchem die Feuergase hochsteigen, wie auch der darüber befindliche halbzylindrisch geformte Blechkasten mit Chamottesteinen ausgemauert, zum Zweck der stärkeren Sicherung der Heizrohre.

Auch die P a p p e r i t z s c h e Darre ¹⁾, mit ihrem kombinierten Heizsystem, gestattet Malz eines jeden Typs herzustellen. Während das Grünmalz auf der oberen Horde bei niedrigen Temperaturen durch starken Luftzug beliebig weit getrocknet werden kann, ist die direkt strahlende Wärme auf die untere Horde unter weitgehendster Absperrung von Luft zuführbar. Zur gesonderten Behandlung des Grünmalzes auf der oberen Horde läßt sich Mischluft in Kanälen innerhalb der Darrmauern unter die obere Horde, sowie auch in den Raum über der oberen Horde leiten. Letzteres besonders zu dem Zweck, um den Auftrieb der Luft zum Dunstkamin, welcher einen verhältnismäßig weiten Durchgang erhält, zu erleichtern.

Nachdem N e h r l i c h , sowie auch N o w a c k und J a h n schon vorangegangen waren, Zwei- bzw. Dreihordendarren in der Weise zu bauen, daß die H o r d e n nicht übereinander, sondern n e b e n e i n a n d e r , durch Wände getrennt, angeordnet wurden, war es U l r i c h , Pfungstadt, 1880—82, welcher diese Art noch weiter ausbaute. Der Heizofen wurde unter der Vortrocknungshorde angelegt, unter dieser die Luftmischkammer. Die Rauchgase wurden im liegenden System unter die zweite, die Rösthorde geleitet. So konnte auf der ersten die Vortrocknung, auf der zweiten die Ausdarrung erfolgen.

¹⁾ Wochenschrift f. Brauerei 1886, S. 479.

Wenngleich dieses System auch von wissenschaftlicher Seite ¹⁾ günstige Beurteilung erfuhr, war ihm doch eine weitere Verbreitung nicht beschieden. Es blieb als Versuchsanlage in den Anfängen stecken. Nicht anders erging es anderen Anlagen des gleichen Systems, bei welchen auch die Horden in getrennte Räume nebeneinander gelegt wurden, und

teils mit einer gemeinsamen, teils mit zwei verschiedenen Feuerungen ausgerüstet worden waren.

Eingang in die Praxis fand auch nicht das System *Germania* (1884), Chemnitz, bei welchem die obere Horde zwecks dünneren Auftrags und besseren Schwelkens über die ganze Grundfläche der Darre, die untere aber nur über einen Teil der Grundfläche gezogen wurde (Abb. 62).

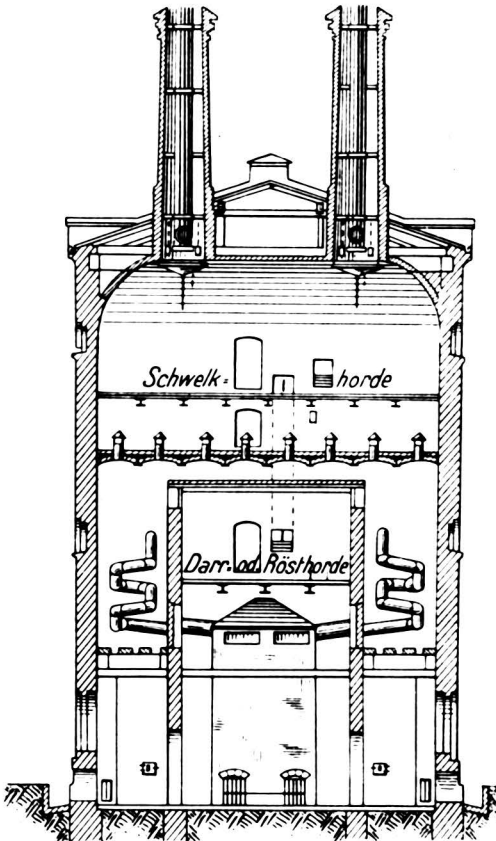


Abb. 62. System „Germania“

c) Dreihordendarre

Die Idee, auf getrennten Horden die Trocknung bzw. Röstung unabhängig voneinander durchzuführen, suchten dann die Gebrüder Winter, Proßnitz, durch die Dreihordendarre (1883) mit Vordarre in glücklicherer Weise zu lösen.

Dreihordendarren waren allerdings vorher schon verschiedentlich in Gebrauch.

Praktische Eignung hatte aber nur erst die Dreihordendarre von Einkel, Chemnitz (Abb. 63) ²⁾ gefunden, bei welcher indes die Horden ohne Zwischensau übereinanderliegen.

Bei der Winterschen Darre (Abb. 64), bei welcher jede Horde für sich allein belüftet und bezüglich der Temperaturen auch für sich allein, unabhängig von den anderen behandelt werden kann, ist die

¹⁾ *Aubry*, Zeitschrift für das ges. Brauwesen 1883, S. 125.

²⁾ Der Bierbrauer 1880, S. 184.

oberste, die Vordarre, mit einer Sau unterbaut, in welcher sich die Heizröhren befinden, die die Heizgase aus der unteren Sau aufnehmen, um sie in den Kamin abzuleiten. In den Fußboden (der oberen Sau) ragen von unten Pfeifen hinein. Die mittlere und untere Horde bilden zusammen eine Zueihordendarre für sich, bei der wieder unter der unteren Horde

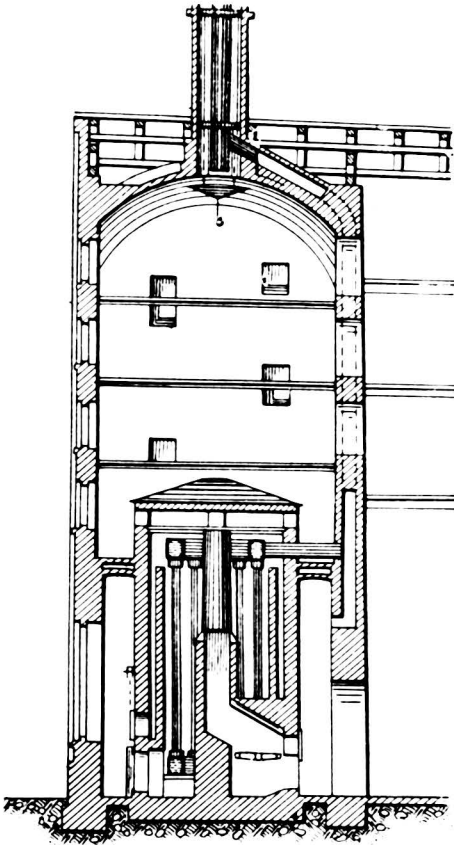


Abb. 63. Dreihordendarre System Einenkell

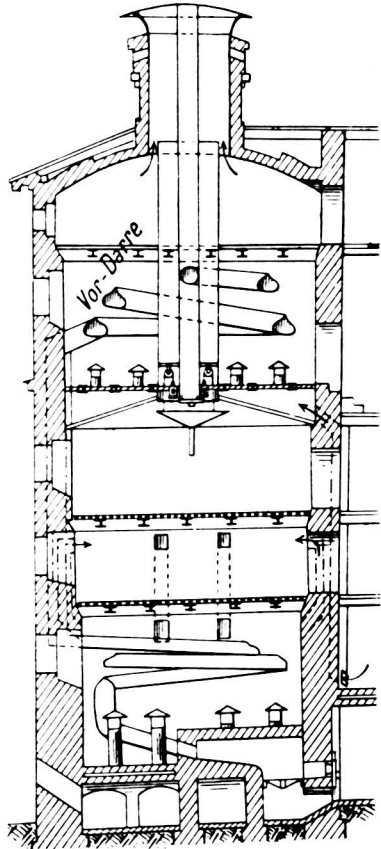


Abb. 64. Dreihordendarre System Winter
(Abb. 62 u. 64 aus Faßbender,
Mechan. Technologie, 2. Bd. 1883)

sich die Sau und zugleich der Heizkörper befinden. Der mittlere Hordenraum ist gewölbt. Zwischen Wölbung und Fußboden der oberen Sau liegt ein Hohlraum, in welchen die kalten Züge aus der Wand einmünden, damit die Kaltluft, durch die Pfeifen hindurchgehend, an dem Heizrohrsystem sich anwärmen kann, und durch die oberste Horde in den Dunstkamin abzieht. Bemerkenswert ist bei der Konstruktion, daß die Hordenflächen nicht von gleicher, sondern verschiedener Größe angelegt sind, entsprechend der Abnahme des Volumens des Darrgutes. Die Horden-

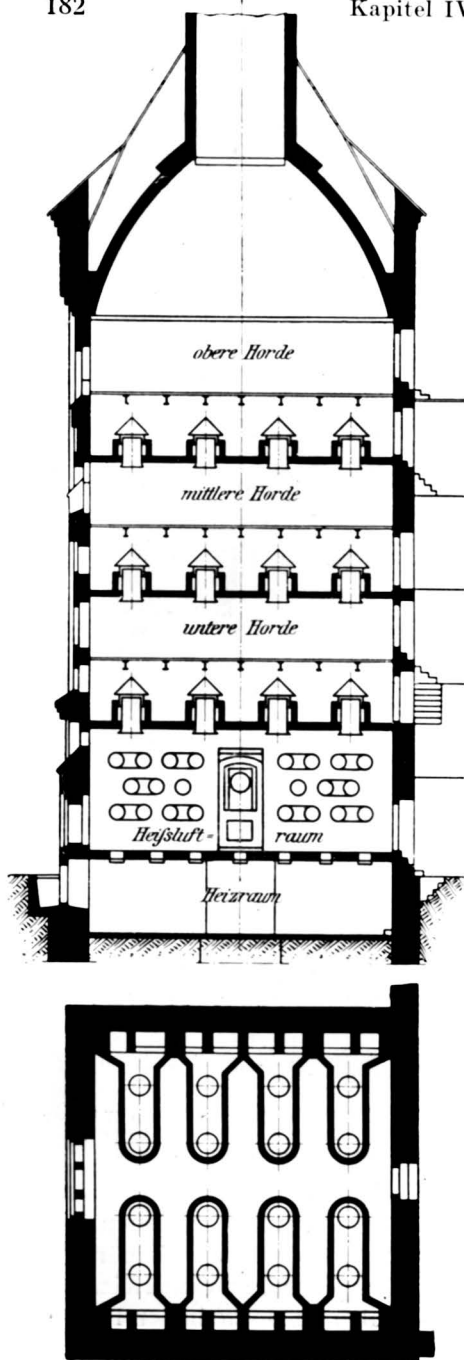


Abb. 65. Längsschnitt und Grundriß
der Brüne-Darre
(Wochenschrift für Brauerei 1912, Nr. 36)

flächen werden von oben nach unten kleiner. Die oberste Horde ist etwa 20% größer als die mittlere, und diese wieder um etwa 10% größer als die untere.

Untersuchungen ergaben, daß die Darregulierung so erfolgen kann, daß bei einer dreimal achtstündigen Darzeit, wie sie damals angewandt wurde, das Malz von der oberen Horde mit etwa (je nach Bedarf) 20 bis 34% Wasser, von der mittleren Horde mit etwa 6—7% Wasser, und von der unteren Horde mit etwa 1,5—3% Wasser heruntergebracht wird, wie beabsichtigt ist. Dabei betrug die Spanne zwischen Luft- und Malztemperatur zur Zeit des Abdarrens auf der unteren Horde 5—6° C, auf der mittleren Horde 10—13° C, auf der obersten Horde 1—7° C¹⁾. Die Temperatur in der oberen Sau konnte, worauf besonders Wert gelegt wurde, damit die Hartmalzbildung vermieden wird, unschwierig zwischen 40—50° C gehalten werden.

Im Unterschied zu der Winterschen Dreihordendarre konstruiert um dieselbe Zeit C. Kubelka, Kloster Hradisch b. Olmütz, seine Dreihordendarre, welche ebenso wie die Wintersche mit liegenden Heizröhren ausgestattet ist, als eine Zweihordendarre mit untergebauter Rösthorde. Er legt unter die mittlere Horde eine Sau mit darunter befindlicher Luftmischkammer, und unter die unterste Horde die andere Sau. Im

¹⁾ Schwarz, Allgem. Brauer- und Hopfenzeitung 1885, S. 25 und Fabender, Mechan. Technologie II, S. 514 ff.

übrigen liegen diesem System dieselben Ideen wie dem W i n t e r s c h e n zugrunde. Die oberste Horde ist gewissermaßen die Schwelkhorde, die mittelste entzieht dem Malz das Wasser bis auf 6—7%, die unterste dient der Aromatisierung und Vervollständigung der Trocknung.

Die Temperaturregelung erfolgt, gleich wie bei der W i n t e r s c h e n Darre, den jeweiligen Zwecken entsprechend, in einfacher Weise. Es ist ebenso leicht durchführbar, die Temperatur in der Luft in dem mittleren Hordenraum (unter der oberen Horde) in der Spanne zwischen 40—50° C zu halten, wie die Temperatur in der Luft im obersten Hordenraum so zu regulieren, daß sie nur bis auf 30° C ansteigt, während unabhängig davon die Temperatur in der Luft im unteren Hordenraum bis auf 85 bis 90° C erwärmt werden kann.

Einen weiteren Ausbau des Dreihordensystems stellt die B r ü n e - D a r r e dar (1912) (Abb. 65), bei welcher unter jede Horde ein besonderer, mit festem Boden versehener Luftmischraum angeordnet ist. Im Hordenaufbau lehnt sie sich den alten, schon in der W i n t e r s c h e n Darre zur Anwendung gekommenen Anlagen an. Die Hordenflächen haben nicht die gleiche, sondern eine von oben nach unten abnehmende Größe, die sich wie 100:90:75 verhält. Die Belüftung und Temperatureinstellung jeder Horde kann gesondert und unabhängig voneinander, gleich wie beim W i n t e r s c h e n, T o p f s c h e n und anderen Systemen vor-

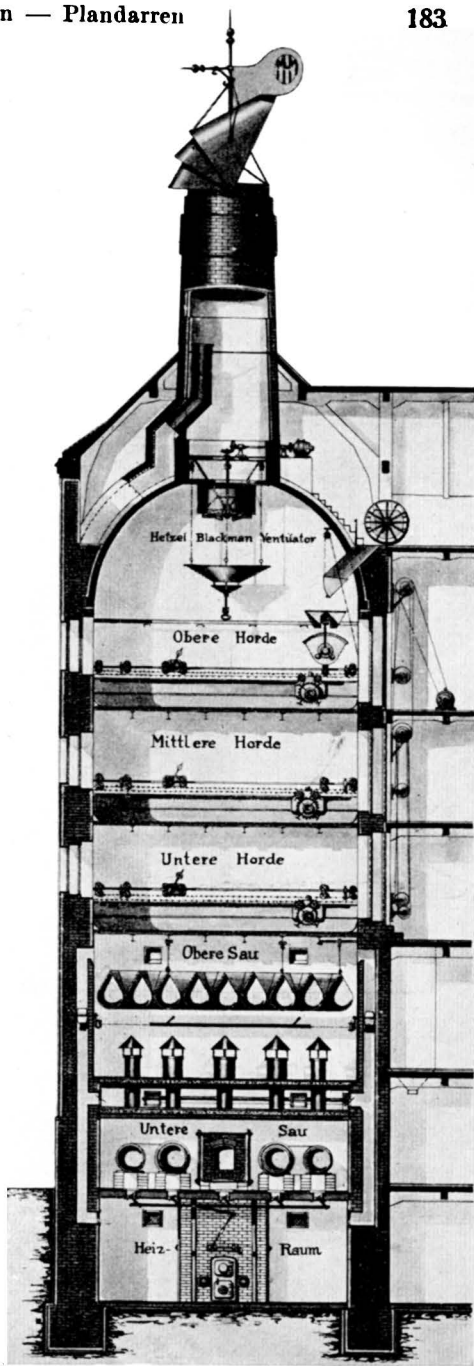


Abb. 66. Neuzeitlichste Drehordendarre mit 2 Säuen unter der unteren Horde und mit Wärmestauvorrichtung und Kaltluft-Umlaufkanälen (H e t z e l)

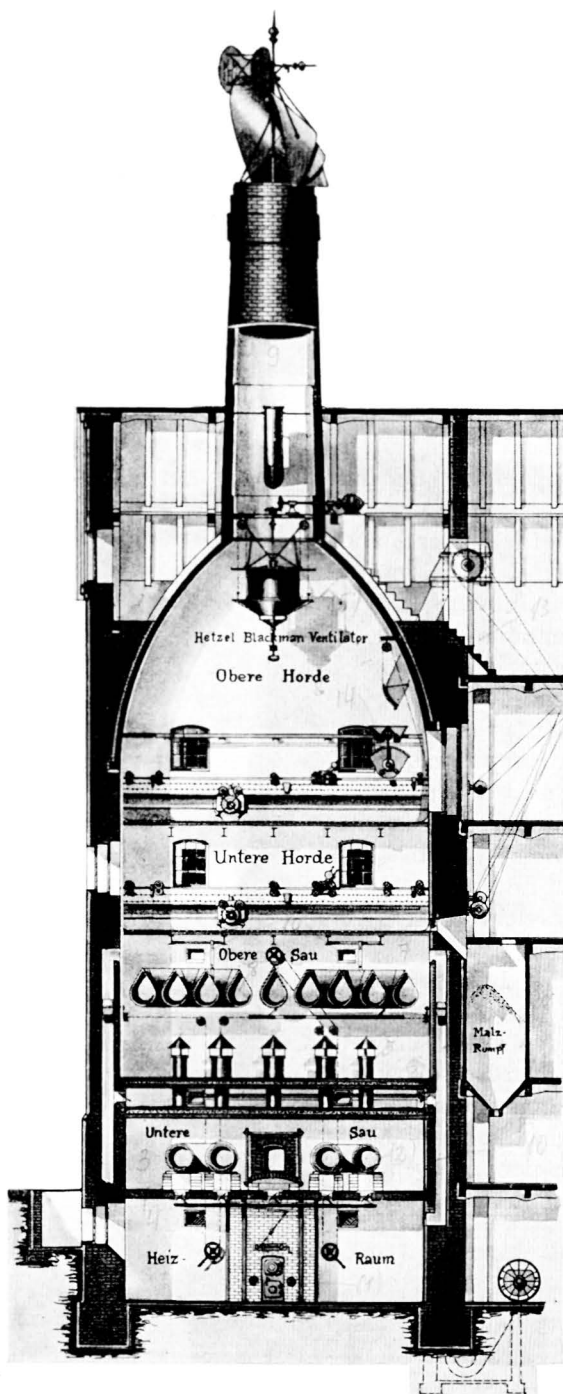


Abb. 67. Neuzeltlichste Zweihordendarre mit 2 Sauen unter der unteren Horde, und mit Wärmestau-
vorrichtung und Kaltluft-Umleitungskanälen (Hetzel)

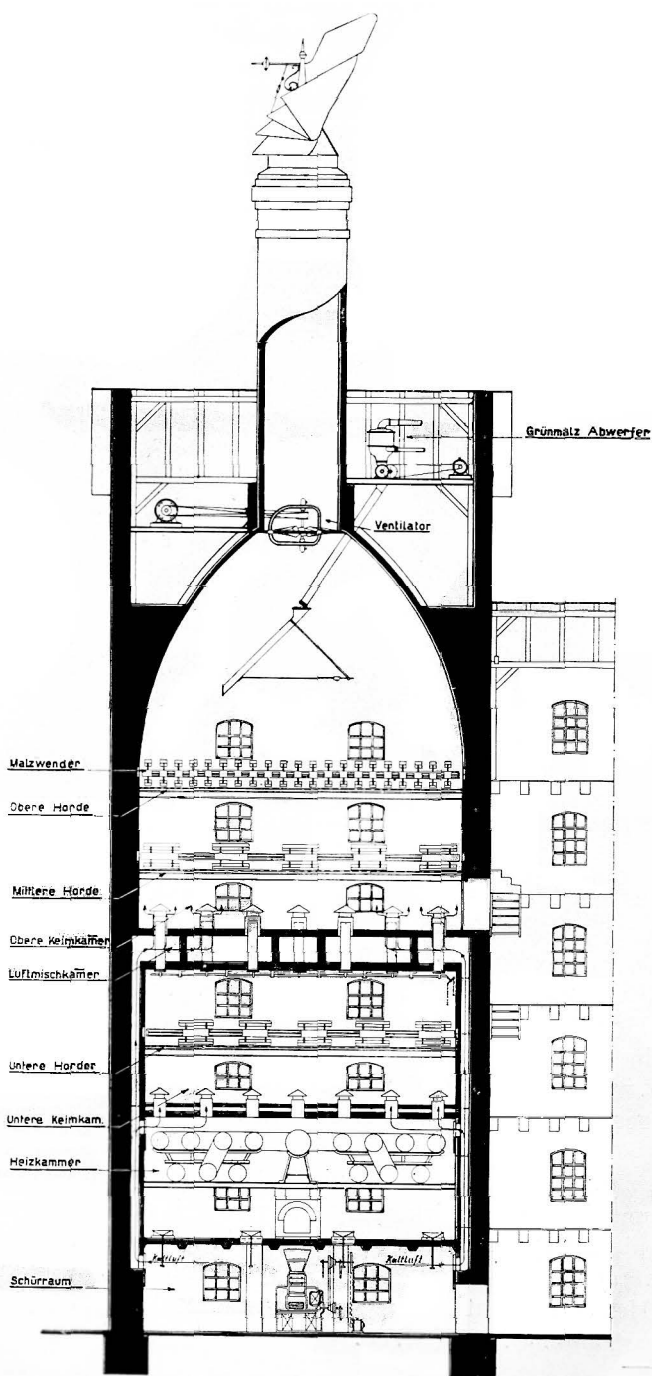


Abb. 68. Neuzeitlichste Drehhordendarre mit 2 Sauen, mit Wärmestauvorrichtung und Kaltluft-Umleitungskanälen (T o p f)

genommen werden. In Anlehnung an das H e t z e l s c h e System wird auch hier die beim Abdarren bzw. Abräumen aus dem Ofen strömende Wärme in einer besonderen Kammer gestaut, und später für die Trocknung des Grünmalzes auf der oberen Horde und auch Beheizung der mittleren Horde, verwendet.

Die Auffassung, daß es als ein Vorteil anzusehen ist, wenn jede einzelne Horde für sich unter Benutzung von Luftverteilungskammern und Umführungskanälen belüftet und beheizt wird, ist indes umstritten. Man wendet ein, daß bei dieser Umleitung zu viel Luft, kalte wie warme, zu- bzw. umgeleitet wird, und dadurch eine volle Wärmeausnutzung entfällt. Zu große Kaltluftmengen erniedrigen die Temperatur des Luftgemisches und setzen ihr Wasseraufnahmevermögen herab. Die Warmluftmengen, welche durch die Umführungskanäle abgeleitet werden, ohne die darüberliegenden Horden bzw. Horde zu durchstreichen, werden in ihrem Sättigungsvermögen nicht ausgenutzt.

Aus diesen Gesichtspunkten heraus gewinnt in letzter Zeit die Richtung wieder an Boden, welche Zwischensauen zwischen oberer und mittlerer, und mittlerer und unterer Horde überhaupt ablehnt, und nur unter der unteren Horde eine bzw. zwei Sauen mit Wärmestauvorrichtung befürwortet (Abb. 66, 67 und 68).

Bei den Neukonstruktionen hat man sich noch die besondere Aufgabe gestellt, in Minutenwirkung, gewissermaßen im Sprung, auf die jeweils angestrebte Höchsttemperatur in der Luft unter den Horden zu gelangen. Das war in Sonderheit das Ziel der B r ü n e - Darre. Im Ausbau wärmewirtschaftlicher Verfahren ist es aber auch anderen Darrsystemen (H e t z e l, T o p f) gelungen, von vornherein gleich die Höchsttemperaturen unter Benutzung ihrer Wärmestauanlagen einzustellen und während des ganzen Darrverlaufs konstant zu erhalten.

2. D a m p f d a r r e n

Zur Erwärmung der für die Darrung verwendeten Luft läßt sich statt der Heizgase auch D a m p f benutzen. Die erste D a m p f d a r r e wird in einem britischen Patent (1811)¹⁾ beschrieben. Dampfrohre sind senk- bzw. waagrecht unter der Horde angeordnet. Ein in unmittelbarer Nähe aufgestellter Dampfkessel erzeugt den durch die Röhren geleiteten Dampf.

L u t z und P s c h o r r konstruieren ein System von mehreren, voneinander unabhängigen Heizkörpergruppen, damit eine nach der anderen erst mit niedrig gespanntem, und dann mit hoch gespanntem Dampf beheizt werden kann.

Den Heizröhren gibt man später Rippenumkleidung, um eine bessere Wärmeausstrahlung zu erreichen.

¹⁾ H e i n z e l m a n n, Wochenschrift f. Brauerei 1910, S. 330.

Die Ansichten sind geteilt darüber, ob für die Dampfbeheizung der Brennstoffverbrauch ein gleicher oder anderer ist, als bei der Feuerbeheizung. Zugunsten der Dampfbeheizung darf indes angeführt werden, daß das Rohrsystem weniger unter der Hitze zu leiden hat, als durch Feuergase. Den Dampfdarren kann auch nicht nachgesagt werden, daß

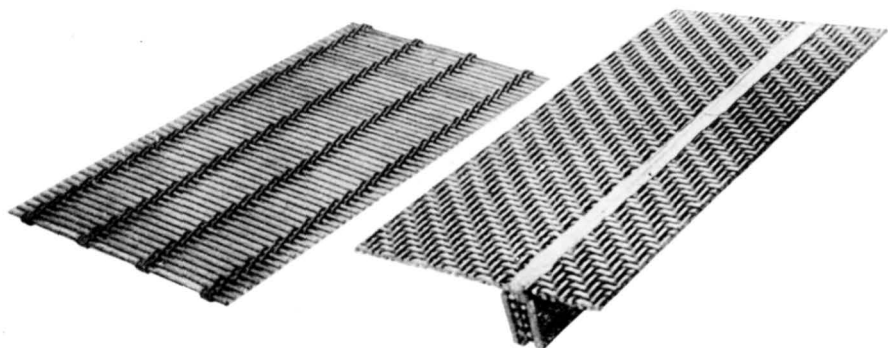


Abb. 69. Stangengewebe, sog. Jalousiegewebe

Abb. 70. Körpergewebe, gewalzt

sie nicht imstande wären, die Darrung unter den gleichen zeitlichen Bedingungen und unter der Erzeugung jedes gewünschten Malztyps durchzuführen. Dennoch haben die Dampfdarren nur eine ganz vereinzelte Anwendung gefunden, obgleich sie gestatten, bei Angliederung an Brauereibetriebe den Abdampf und den Hochdruckdampf der Brauereimaschinen zu verwerten und auf die Weise Einsparungen an Brennstoff zu machen.

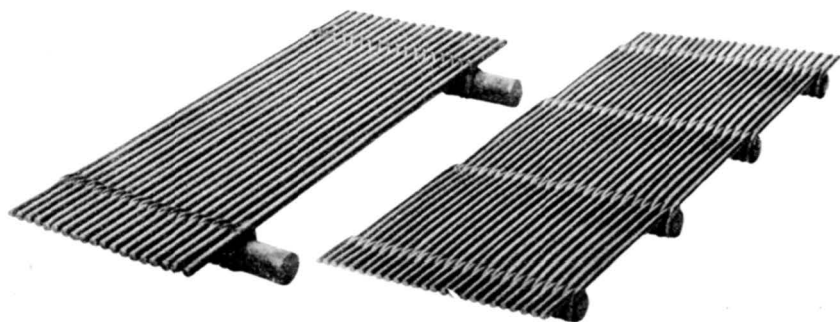


Abb. 71. Runddrähte auf starke Gewebedrähte gebunden

Abb. 72. Runddraht, handgeschlungen

3. Horden

Als geeignetstes Material für die Horden hat man mehr und mehr das Eisen erkannt. Tonplatten, welche sich nur noch vereinzelt bei englischen Mälzereien gehalten haben, wurden wegen zu langsamer Wärmespeicherung als unwirtschaftlich wieder verworfen; bei Kupfer machte man die Feststellung, daß die Wärmeaufnahme eine zu schnelle, die Ab

gabe an die auf der Horde liegenden Körner eine zu rasche ist, so daß Überhitzung und Bräunung nicht vermieden werden kann. Eisen, als

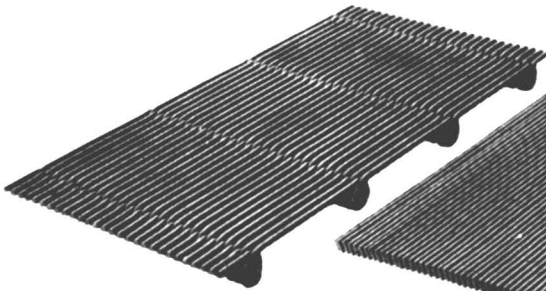


Abb. 73. Runddraht, maschinengeschlungen

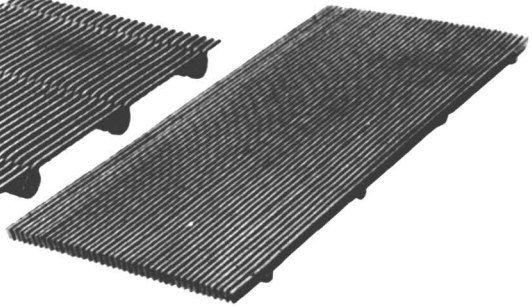


Abb. 74. Profildrähte, auf schwache Querdrahte gesteckt und mit Draht gebunden

nicht so starker Wärmeleiter, läßt bei geeigneter Konstruktion der Horden diese Gefahren leicht vermeiden. Zu diesem Zweck werden entweder

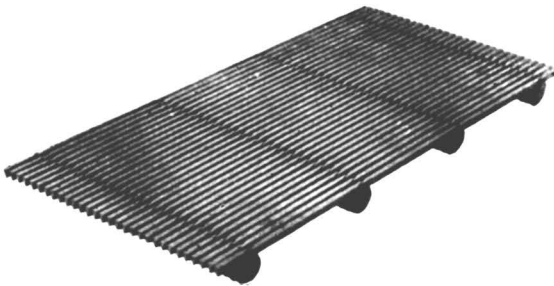


Abb. 75. Profildraht, maschinengeschlungen

gelochte oder geschlitzte Bleche oder Drahtgewebe verwandt. Die gelochten und geschlitzten Bleche, von welchen die ersteren sich wieder als praktischer erwiesen haben, als die letzteren, da diese leichter zum Einklemmen der Körner Veranlassung geben, auch keine so hohe Festigkeit besitzen, hat man

vielfach für die Herstellung dunkler Malze bevorzugt. Sie sollen wegen der stärkeren Wärmestauung und dementsprechend stärkeren Wärme-

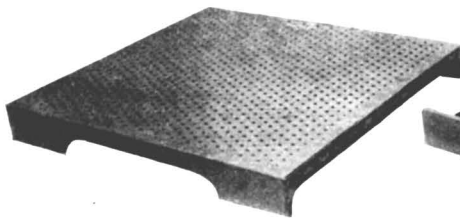
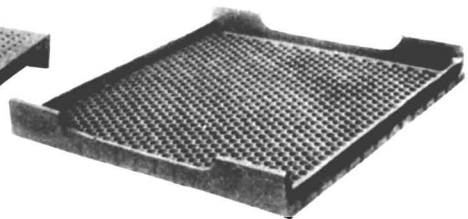


Abb. 76. Gußeiserne, gelochte Platte (englischer Herkunft) Oberansicht



Unteransicht

abgabe an die benachbarten Körner bessere Röstung ermöglichen als Drahhorden.

Den gelochten Horden gegenüber besitzen die Drahtgewebehorden unbestreitbare Vorzüge. Stellt man Bleche der Festigkeit wegen mit wenig Löchern her, so können sich in diese leicht Körner einklemmen, und den Luftdurchgang verhindern. Werden sie mit viel Löchern versehen, wird zwar diese Gefahr der Verstopfung, allerdings auf Kosten der Festigkeit, vermindert.

Die Draithorden kann man nun in Form geschlungener, oder gewebter, oder glatter Drähte herstellen. Die größere Verbreitung haben die Horden aus geschlungenem Profildraht gefunden, da sie mit der größeren Festigkeit den besseren Schutz gegen Einklemmungen geben, und infolge ihrer ebenen Fläche das Festsitzen von Körnern weitgehend verhindern, auch eine größere Durchgangsfläche (30—35%) bieten.

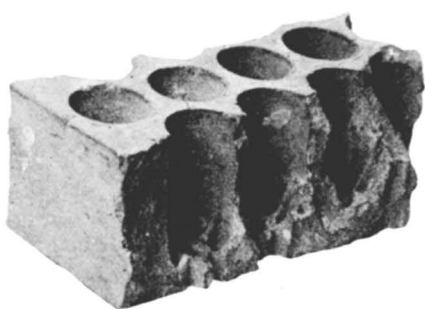
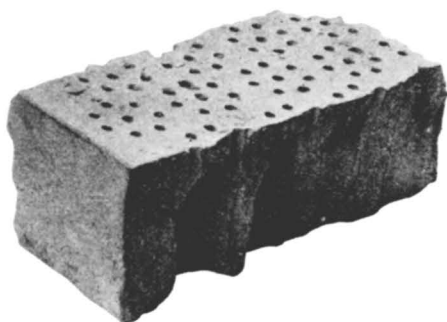


Abb. 77. Teil eines Chamottesteins, wie diese in alten englischen Darren benutzt werden (Unteransicht)



Derselbe (Oberansicht)

4. W e n d e r

Gleich den Bestrebungen zur Mechanisierung des Haufenwendens auf der Tenne setzen auch früh Bestrebungen zur Mechanisierung des Wendens auf der Darre ein. Im Unterschied indes zu ersteren, bei welchen die Fortschritte in dieser Hinsicht immerhin nur in bescheidenem Umfange blieben, setzte sich die Mechanisierung des Darrwendens in ziemlich schneller Zeit mit wenigen Ausnahmen allgemein durch. Die regelrecht gebaute Darre, zumal bei ihrem im Verhältnis zu den Tennenflächen sehr kleinen Format, begünstigte in weit höherem Maße die Anlage von mechanisch arbeitenden Wendevorrichtungen.

Während man sich anfänglich der Kettenbewegung bediente (Schlemmer, 1869), trat bald danach die Zahnstange an ihre Stelle. Bald trat auch die Vorrichtung für die Umkehrbewegung (Weinig, 1874) als weitere Verbesserung hinzu, die dazu dient, den Wender in umgekehrter Richtung laufen zu lassen, wenn er an einem Ende der Darre angekommen ist.

Aus den anfänglich benutzen Vorrichtungen, den Bürstenbüscheln aus Draht oder Borsten, entwickelten sich die Schaufeln (Abb. 78), die das Malz aufnehmen, und bei der Rotation nach oben von einer bestimm-

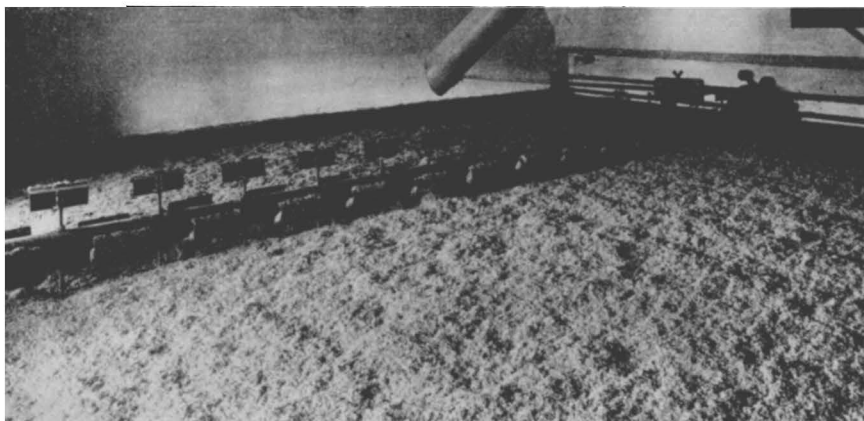


Abb. 78. Darr-Oberhorde mit Wender alten Systems

ten Stelle an wieder fallen lassen. Die Umdrehungsgeschwindigkeit der Schaufeln wird geregelt, damit diese nicht beim langsamen Gang der Wender, die in einer Minute 2—3 m zurücklegen, überfüllt werden, und doch das Malz restlos von der Horde fortnehmen. Die Schaufeln werden

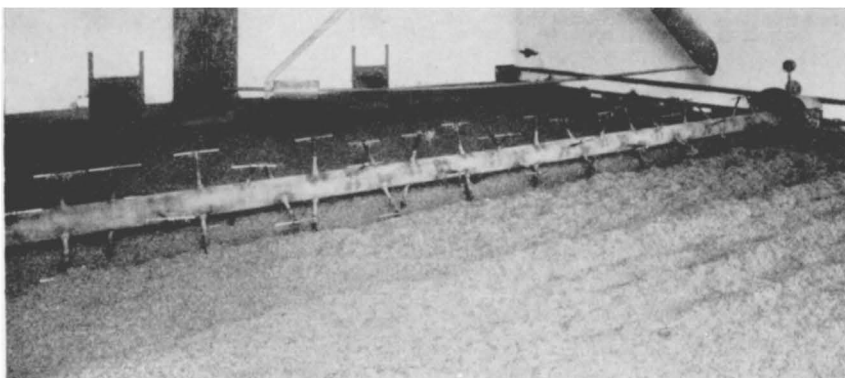


Abb. 79. Darr-Oberhorde. T-Wender, System Müller

in ihrem Aufhängepunkt bis zu einer gewissen Grenze drehbar gemacht, so daß sie in einer bestimmten Stellung bei der Rotation umklappen, und das Malz fallen lassen. Die der oberen Horde sind schmäler gebaut als die der unteren, da sie außer der Wendearbeit auch noch dazu dienen

sollen, das Grünmalz, durch das starke Wurzelgewächs noch verschlungen, auseinander zu reißen (siehe Abb. 68).

In neuester Zeit sucht man die Schaufeln auch durch Schraubenwender zu ersetzen, welche die Malzschicht nicht wie Schaufeln in vertikaler Schichtung umlagern, sondern in schraubenartigem Durchgang lockern. Die Wirkung des Auflockerns ohne gleichzeitige vertikale Umschichtung sucht man auch noch in anderer Weise zu erreichen, z. B. durch T-förmige Ansatzstücke, sog. Greifer, wie auf Abb. 79 u. 80 dargestellt ist.

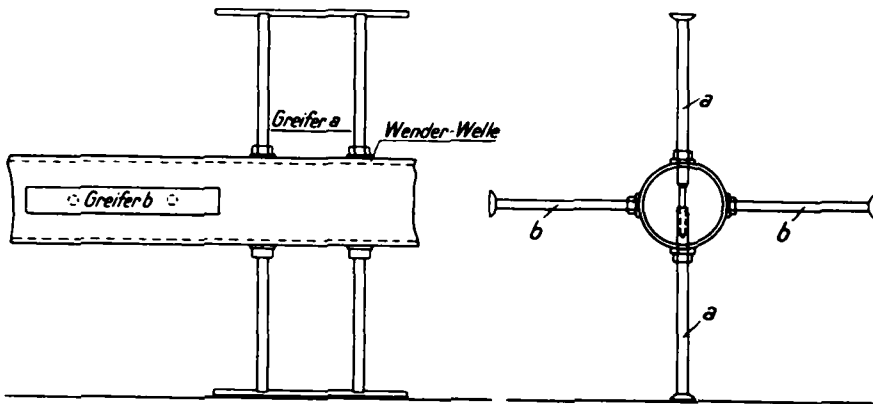


Abb. 80. Greifer für Darrmalzwender für hohe Beladung der Oberhorde (Topf)

B. Lüftungsanlagen

1. Zugverstärkungsmittel

Zu einer der wichtigsten Fragen bei der Anlage der Darren zählt die Lüftungsanlage. Kalte und warme Züge sind das Mittel, mit welchen die durch die Horde durchstreichende Luft in Menge und Temperatur geregelt wird.

In Verbindung mit entsprechender Bauart der Darre läßt man die Kaltluftzüge je nachdem in die Sau, zwischen obere und untere Horde, bei Dreihordendarren auch teils zwischen oberer und mittlerer, teils zwischen mittlerer und unterer Horde einmünden. Neben der Aufgabe, den Auftrieb der warmen Luft zu verstärken, um sie mit größerer Geschwindigkeit durch die Horden zu führen, soll sie auch noch dem Zweck dienen, erforderlichenfalls die Temperatur der Warmluft herunterzudrücken.

Die warmen Züge bezwecken, einen Teil der zugeführten atmosphärischen Luft vorzuwärmen, ehe diese den in Frage kommenden Teilen der Darre zugeleitet wird. Zum Vorwärmen dient der Heizapparat, um welchen die Kanäle angelegt sind. Entweder münden die Züge in

der Sau, bzw. in der Luftmischkammer, oder auch wieder in der Mauer seitlich unter den Horden.

Bei Darren, die in erster Linie zur Erzeugung dunkler Malze bestimmt sind, wird die Luftmischkammer meist unter die Sau gelegt, und niedrig gebaut, die Sau selbst mit ihrem Heizrohrsystem unter die Horde, das Heizsystem auch näher (ansteigend von 1,5 bis 0,75 m) an die Horde herangeführt, um viel strahlende Hitze der Horde zuzuleiten.

Bei Darren für helle Malze liegt der freie Luftmischraum meist unterhalb der Horde, und hat größere Höhe (3—4 m und selbst darüber), um die von den heißen Heizgasen ausströmende Hitze entsprechend herabzudrücken, und zugleich gründliche Luftdurchmischung und gleichmäßige Verteilung herbeizuführen. Zu diesem Zwecke führen auch zahlreiche Pfeifen aus dem darunterliegenden Heizröhrenraum durch die Decke in den freien Raum, der nun als Sau bezeichnet wird. Auch diesen kann man durch ein Heizröhrensystem durchziehen lassen.

Um günstige Zugverhältnisse zu schaffen, stehen Mittel verschiedenster Art zu Gebote. Dazu gehören sachgemäße Anlage der Feuerung, der Warm- und Kaltluftzüge, und der Decke des oberen Hordenraumes, des Dunstkamins, sowie die Benutzung der Ventilatoren und Exhaustoren.

Die Decke des oberen Hordenraumes erhält gewölbte Form.

Die Heizgase werden in einem senkrecht im Dunstkamin hochgeführten Rohr ins Freie abgeleitet. Sie erwärmen die Kaminluft, erleichtern und verstärken auf diese Weise den Abzug von der Darre. Zu beachten ist dabei, daß der Querschnitt des Dunstfanges durch das Heizrohr keine Verengung erfährt, die wieder den Luftauftrieb und -abzug beeinträchtigt.

Die Verengung des Kamins wird bei anderen Konstruktionen umgangen, bei welchen, z. B. der L i p p s chen, das Heizrohr nicht in den Dunstkamin, sondern das Dunstrohr in das Innere des Schornsteins gelegt ist. Diese Konstruktion sollte auch den Vorteil haben, daß der Dunstabzug möglichst der Einwirkung der Witterung entzogen, und besonders bei windigem, schlechtem Wetter Hemmungen nicht ausgesetzt ist.

Wesentlich wird auch der Luftauftrieb und der Dunstabzug begünstigt, wenn der Kamin mit drehbarer Haube ausgerüstet, diese auch noch mit Jalousien versehen ist, welche dem Wind den Durchgang gestatten, der nun wieder ansaugend auf die Kaminluft wirkt.

Exhaustoren, welche regulierbar sein sollen, werden in den Dunstkamin oder seitlich in die Decke eingebaut, und ziehen, unabhängig von Zug- und Witterungsverhältnissen, auch an warmen Tagen, wenn der Luftauftrieb schwach und der Dunstabzug gering ist, entsprechend benötigte Luftmengen durch die Horden. Um eine Verengung des Dunstkamins zu verhüten, baut man sie zweckmäßigerweise nicht fest in diesen ein, sondern unterhalb desselben in ein besonderes Gehäuse, das nach Bedarf auf- und abwärts bewegt werden kann, je nachdem es beab-

sichtigt wird, den Querschnitt des Kamins einzustellen. Werden Exhaustoren gesondert in die Decke eingebaut, müssen die Kamine beim Gang derselben geschlossen werden, weil sonst die Luft nicht durch die Horden gezogen, sondern durch den Kamin eingesaugt wird.

2. Luftmischkammer und Wärmestauanlage

Lüftungsanlagen werden auch herangezogen, um das fertige Malz beim Abräumen, unter Umgehung der Auskühlung der Darre durch Öffnen der Türen, herabzukühlen. So baute T o p f (1898) ein besonderes Luftmischkammersystem, mit dem zugleich der Zweck verbunden werden sollte, das auf die obere Horde aufgetragene Grünmalz und das von der oberen auf die untere Horde gebrachte Malz nach dem Herunterbringen vor intensiver Wärmestrahlung aus dem Heizröhrenraum (Sau) zu schützen. Zwischen der unteren Horde und dem Heizröhrenraum wird eine Zwischensau eingebaut, welche nicht unmittelbar, sondern mit dem drüber befindlichen Luftmischraum an die Horde stößt. Luftdüsen führen senkrecht durch die Zwischensau hindurch, um die heiße Luft aus dem Heizröhrenraum in den oberen Luftmischraum unter der unteren Horde zu leiten. Die Düsen werden von Kaltluft umspült, welche seitlich durch die Mauern in Kanäle, und aus diesen durch ringförmige Schlitze in die Zwischensau eindringt. Durch konzentrische Rohrstutzen, welche oben die Luftdüsen umgeben, tritt die Kaltluft in die Mischkammer, wo sie sich mit der aus den Düsen noch ausströmenden heißen Luft mischt, diese abkühlt, und damit zugleich auch das zum Abräumen kommende Malz. Gleichzeitig wird die Luftzufuhr in die Sau gesperrt, um den Auftrieb von Heißluft zu drosseln, und um die Abkühlung der unteren Horde nicht aufzuhalten (Abb. 81).

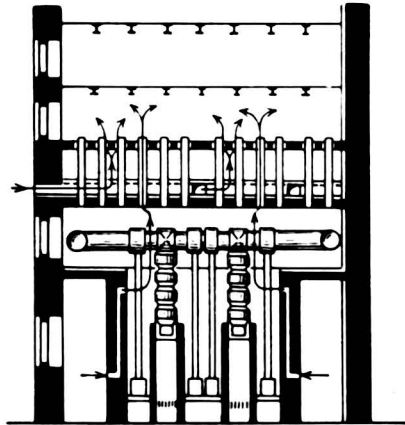


Abb. 81. Luftmischkammer (T o p f).
Aus W. f. Br. 1910, Nr. 25

Eine andere T o p f'sche Anlage (1906), welche namentlich auch für Dreihordendarren bestimmt ist, läßt die Luft durch seitliche Umföhrungskanäle in Verteilungskammern treten, welche sich unter den einzelnen Horden befinden, wodurch eine gleichmäßige Luftströmung durch die einzelnen Horden erreicht werden soll.

Auch die H e t z e l'sche (1900) ist dazu bestimmt, das Malz bzw. die untere Horde beim Abräumen herunterzukühlen. Gleichzeitig soll

sie aber auch dazu dienen, gestaute Wärme auszunutzen, um damit das Grünmalz auf der oberen Horde lufttrocken zu machen bzw. auch die mittlere Horde zu beheizen.

Unter dem liegenden Heizrohrsystem (H e t z e l) ist eine feste, gut isolierte Sau (Zwischensau) eingebaut, welche rechteckig gewunden verläuft. Zwischen den Windungen

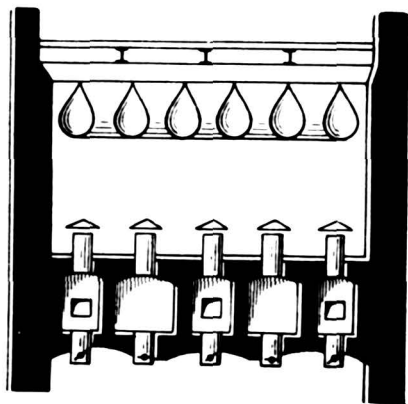


Abb. 82. Wärmestauvorrichtung. Peter Hetzel, München. Aus W. f. Br. 1910

finden sich Pfeifen für die Kaltluft, welche direkt unter die Horde geführt werden soll. Desgleichen münden von unten her in die Sau Kaltluftzüge, während durch die Decke der Sau Pfeifen für die Ableitung der Warmluft hindurchgehen. Durch die Sau führt das Heizrohr, welches zu gegebener Zeit (beim Abdarren) gegen den Kamin abgesperrt wird. So staut sich die Hitze im Rohr und in der Sau, die dann zum Vortrocknen des frisch aufgetragenen Grünmalzes auf der oberen Horde nutz-

bar gemacht werden kann, ohne daß der Feuerherd die Hitze dazu herzugeben braucht (Abb. 82).

C. Darrführung

1. Lüftung und Malztyp

Während Balling, Heiß u. a. noch den Grundsatz aufstellen, daß das Grünmalz nicht stärker als 2—3 Zoll (5—7,5 cm) hoch aufgetragen werden darf, wird es bald mit der Verbesserung der Darren üblich, das Grünmalz in Höhe von 10—12 cm aufzutragen. Gilt dieses besonders für die Herstellung heller Malze, so findet man bald, daß die Erzeugung dunkler Malze besser gelingt, wenn noch höher, bis zu 20—30 cm hoch aufgetragen wird (L i n t n e r s e n., M i c h e l), da bei dicker Schicht der Luftzug nicht ausreicht, um dem Malz das Wasser schnell genug zu entziehen, so daß es bessere Eignung zur Bildung von Röst- und Farbkörpern erhält.

Grundsätzlich hat sich an diesen Anschauungen bis in die Jetztzeit nichts geändert. Die weitere Vervollkommnung der Darren, die Zuhilfenahme von Ventilatoren hat indes insofern auf die Beladungsfähigkeit noch weiteren günstigen Einfluß ausgeübt, als die Höhe der Grünmalzschicht über die obigen Maße noch erheblich gesteigert werden kann. Dem Ziel nach höchster wirtschaftlicher Leistung werden zur Jetztzeit Darren kaum noch gerecht, bei welchen die Auftragshöhe 20—25 cm

beträgt, wie es vielfach zwar noch der Fall ist, da der moderne Darrbau es ermöglicht, bei Auftragshöhen von 35—40 cm, ja selbst bis 60 cm bei üblicher Darrzeit Malze von hellstem Farbentyp zu erzeugen.

Die Lüftungsfrage in bezug auf ihre Bedeutung für den Malztyp ist von Delbrück¹⁾ zum Gegenstand eingehend technisch-wissenschaftlicher Forschung gemacht worden. Die Grundsätze für die Herstellung verschiedener Malztypen werden diskutiert und feste Leitsätze aufgestellt.

Die grundsätzliche Bedeutung der Behandlung auf der oberen Horde für den Malzcharakter schält sich heraus¹⁾. Die Hauptlinien der Eigenschaften werden hier gezogen.

Helles Malz läßt sich nur erzeugen, wenn bei niedrigen Temperaturen unter langsamer Steigerung, und unter Zuführung großer Luftmengen, dem Malz der allergrößte Teil des Wassers, und nach und nach bei steigender Temperatur noch so viel entzogen wird, daß beim Überladen auf die untere Horde nur noch ein Wassergehalt von etwa 5% vorhanden ist²⁾.

Das gilt auch jetzt noch, doch ist eine so starre Forderung praktisch nicht einzuhalten. Erfahrungsgemäß liegt denn auch der Wassergehalt zwischen 5 und 8%. Und das trifft auch für die mittlere Horde der Dreihordendarre zu.

Im Unterschied dazu soll die Darrführung für dunkles Malz eine nur langsame Wasserentziehung auf der oberen Horde herbeiführen, damit weitere Zuckerbildung und die erforderliche Vorbereitung für die Bildung von Röstkörpern erfolgen kann. Die Entziehung des Wassers darf nur allmählich vonstatten gehen, und es soll das Malz beim Abräumen von der oberen Horde noch etwa einen Wassergehalt von 15—22% (Delbrück) besitzen. Nicht wie bei der Herstellung von hellem Malz ist bei niedrigen Temperaturen lange mit starker Lüftung, sondern mit mäßiger Lüftung, auch beim Abdarren, falls nicht die Trocknung auf Schwierigkeiten stößt, mit geschlossenen kalten Luftzügen zu arbeiten. Das Malz soll die schwach zähen Keime noch tragen, und sich noch nicht durchtreten lassen, im Unterschied zum hellen Malz, bei welchem die Keime schon spröde sein müssen, sich leicht abreiben lassen, und der Fuß durch das Malz leicht durchtreten kann.

Der unteren Horde kommt dann die nicht minder wichtige Aufgabe zu, die Trocknung zu vollenden, die erforderliche Aromatisierung zu schaffen, und die notwendigen Röst- und Farbkörper zu bilden³⁾.

¹⁾ Delbrück, Wochenschrift f. Brauerei 1890, S. 634.

²⁾ Langer, Zeitschrift f. ges. Brauwesen 1880, S. 234.

³⁾ Siehe Kapitel: Das Darren. I. Physiologische, physikalische und chemische Vorgänge.

2. Malztyp und Abdarrtemperatur

Während anfänglich rein sinnfällige Merkmale die Unterlagen für die Regulierung der Darrung in bezug auf Verlauf und Höhe der Erhitzung boten, wurde das Thermometer bald nach seiner allgemeineren Anwendung auch das Regulativ für den Darrverlauf. Aus den verschiedenen, in der Literatur zerstreut vorkommenden Angaben wird ersichtlich, mit welcher peinlichen Sorgfalt man bemüht war, jeweils die für zweckmäßig befundenen Temperaturen sowohl im Verlauf der Erhitzung, wie beim Abdarren innezuhalten. Sie lassen auch erkennen, welche wesentlichen Unterschiede unter Umständen in den Abdarrtemperaturen bei den verschiedenen Malztypen bestanden. So findet man, daß es in einzelnen Pilsener Brauereien Gepflogenheit war, bei der ungewöhnlich

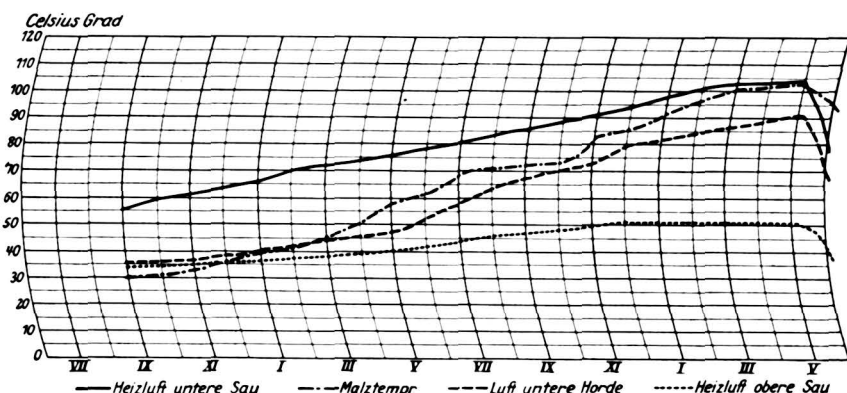


Abb. 83. Diagramm 1. Darrung von dunklem Malz. Darrzeit zweimal 24 Stunden. Ganz allmähliche, gleichmäßige Temperatursteigerung bis zum Abdarren

niedrigen Temperatur von 48–50° C abzudarren, daß im übrigen in den böhmischen Brauereien das Malz etwa bei 65° C, in Wiener Brauereien bei 85–90° C, in bayrischen Brauereien bei 78–90° C, alles in der Luft zwischen oberer und unterer Horde gemessen, abgedarrt wurde¹⁾.

Von den niedrigen Abdarrtemperaturen ist man indes im Laufe der Zeit mehr und mehr, selbst für die Herstellung hellster Biere abgegangen, und hat sich immer mehr auf die Anwendung höherer Abdarrtemperaturen eingestellt. So darren die böhmischen Brauereien, und auch die Pilsener Brauereien selbst erheblich höher ab wie früher, und wählen, wenn J a l o w e t z richtig unterrichtet ist, Temperaturen von 72–75° C, in der Luft zwischen oberer und unterer Horde, nach mir gewordenen Angaben sogar bis 80° C. Auch von den deutschen Brauereien und Mälzereien werden Abdarrtemperaturen dieser Höhe im allgemeinen innegehalten, was einer Malztemperatur von etwa 84–87° C entspricht.

Die Steigerung auf so hohe Abdarrtemperaturen, auch für die Her-

¹⁾ L i n t n e r s e n., Lehrbuch der Bierbrauerei 1877, S. 191.

stellung allerleichtester Malze, ist möglich geworden, seitdem meistens durchgehend wesentliche Verbesserungen im Darrbau, sowohl bezüglich der Feuerung, wie der Anordnung der Heizröhren, der Anlage der Sau, der Luftzüge, Benutzung von Ventilatoren usw. getroffen worden sind.

Auch bei der Herstellung von dunklem Malz ist es üblich geworden, mit den Abdarrtemperaturen weiter in die Höhe zu gehen, selbst bei 100°C nicht stehen zu bleiben, und diese noch um mehrere Grade zu überschreiten, wofür in nebenstehendem Diagramm (1) ein Beispiel aus einem Betrieb angeführt sei, welcher in dem Ruf steht, hervorragendes dunkles Malz zu erzeugen.

Doch auch hierbei lassen es manche Betriebe noch nicht bewenden, die durch die ausgezeichnete Beschaffenheit ihrer weltrufgenießenden Markenbiere den Beweis liefern, daß sie es verstehen, dunkle Malze von ausgeprägt typischem Charakter herzustellen. Alter Gewohnheit gemäß darren sie bei Temperaturen ab, die weit über 100°C hinausgehen, und sogar bis an 140°C (unter der unteren Horde gemessen) heranreichen (Diagramm 12).

3. W e n d e n

Ein wichtiges Mittel zur Förderung der Trocknung, welches die wasserentziehende Wirkung des Darrzuges noch unterstützt, ist das W e n d e n. Während in früheren Zeiten die Schaufel das Hilfsmittel dazu bildete, werden später mechanische Wendeapparate verwandt, welche das Malz zwecks leichter Abgabe seines Wassers lockern sollen.

Auf der oberen Horde, auf welcher das Malz infolge des größeren Volumens der Wurzelmasse noch reichlich sperrig und locker liegt, wird ein Wenden weniger oft erforderlich, als auf der unteren, auf welcher die Malzschicht infolge der Volumverminderung der Wurzelkeimmasse schon mehr zusammengesintert ist.

Wie das Wenden zweckmäßigerweise zu erfolgen hat, wird von der Höhe der Malzschicht, der Konstruktion der Darre, besonders von den Zugverhältnissen und von dem Malztyp abhängig. So sind denn auch in der Praxis die Arbeitsweisen sehr verschieden. Im allgemeinen läßt man die Wender auf der oberen Horde stündlich, oder zwei-, bzw. drei-, auch vierstündlich einmal mit einer Minutengeschwindigkeit von 2—3 m über die Darre laufen. Es gibt aber auch Betriebe, welche die Wender ständig laufen lassen, auf der anderen Seite aber auch solche, bei denen infolge sehr günstiger Zugverhältnisse das Malz gar nicht gewendet wird.

Auf der unteren Horde ist das Malz öfter zu wenden. Nicht nur wegen der Verminderung der Sperrigkeit, sondern auch zwecks Behebung von Ungleichheit in der Trocknung und Aromatisierung. Die Lagerung ist nicht überall gleich. Die Luftdurchgänge nicht überall gleichartig. Es bilden sich bevorzugte Kanäle, durch welche die Luft in größeren Mengen

durchströmt als in anderen engeren. Auch besitzen die Malzschichten nicht die gleichen Temperaturen. Die unteren weisen höhere auf, wie die oberen. Die ersteren trocknen eher, erhalten auch stärkere Aromatisierung. Das auszugleichen, ist die Aufgabe des Wendens, und darum wird öfter gewendet. Teils geschieht es stündlich bis zweistündlich einmal während der ganzen Zeit, teils in dieser Weise nur während der ersten Zeit, und während der letzten Zeit ständig, teils während der ganzen Zeit ständig, und das besonders bei dunklen Malzen. Doch gibt es auch Fälle, bei denen Darranlage und Zugwirkung so günstig sind, daß die Wender auf der unteren Horde in der ersten Zeit nur selten laufen, 6—12stündlich nur einmal, in der letzten Zeit indes öfter, evtl. dauernd.

4. Darrzeiten

a) Qualitätsfrage

Gleich wie sich die Mälzereien im Laufe der Zeit bezüglich der Abdarrtemperaturen von älteren Verfahren losgelöst haben, so hat sich auch in weitestem Umfange, abgesehen von Malzen für die Hopfenbiere, ein Wandel in der Auffassung über die Darrzeiten vollzogen, der einestails Beobachtungen und Erwägungen entsprungen ist, welche auf dem Gebiet der Malz-Qualitätsfrage liegen, der anderen-teils auch unter der Wirkung der Verbesserung der Darren erfolgen konnte.

Die alten Darren ließen es wegen ihrer mangelhaften Konstruktion nicht zu, lange zu darren, und auf hohe Abdarrtemperaturen hinaufzugehen, da Röstgefahr entstand, so daß selbst für dunkle Malze nur eine kurze Darrzeit gewählt werden durfte, wenn sie nicht verbrennen sollten. So sind selbst noch um das Jahr 1880 (L i n t n e r s e n., M i c h e l, L a n g e r) allgemein Darrzeiten üblich, welche nur zweimal 8, bzw. zweimal 12 Stunden, selbst für dunkle Malze, betragen. Für letztere ist man dann allerdings bald darauf fast ausnahmslos zu der zweimal 24stündigen Darrzeit übergegangen, welche geeigneter war, die typischen Eigenarten bei Erhaltung mürber, lockerer Beschaffenheit des Mehlkörpers, und bei Verminderung der Gefahr der Überröstung zu erzeugen.

Aber auch für die Herstellung heller und hellster Malze hat sich die Praxis in deutschen Mälzereien mehr und mehr zu einer Darrzeit von zweimal 24 Stunden bekannt, und wendet sie gegenwärtig zum allergrößten Teil auch an. Sucht man den Gründen für diese Auffassung nachzugeben, so stößt man allgemein auf die Beobachtung, daß es besonders Qualitätsfragen sind, welche hierbei eine entscheidende Rolle spielen.

Was wohl einer der entscheidendsten Gründe gewesen ist, darf in dem Umstand gesucht werden, daß das lange Darren eine Maß-

nahme der Vorsicht darstellt, welche am sichersten die Härtebildung und Zufärbung vermeiden läßt. Während man früher bei dem niedrigeren Kulturzustand des Ackers und dem Anbau gewöhnlicher, noch nicht durch Hochzüchtung veredelter Sorten hauptsächlich nur kleinkörnige Gersten verarbeiten konnte, hat die Hochzüchtung zu wesentlich großkörnigeren Sorten geführt. Aus dem großen Korn verdampft aber das Wasser schwerer als aus dem kleinen. So auch beim Malz. Die Gefahr der Härtebildung ist daher größer. Um so mehr, wenn Gersten zur Vermälzung gelangen, welche sich schwer lösen. In erster Linie kommen die eiweißreichen, speckigen, dick- und dunkelspelzigen in Betracht, bei denen infolge schlechter Lösung mit Härtebildung am ehesten zu rechnen ist. Nicht nur die mangelhafte Lösung, das Fehlen des lockeren Gefüges des Mehlkörpers ist Schuld allein daran, sondern auch der Umstand, daß das schlecht gelöste Korn viel langsamer Wasser verliert, nicht so gut vorgetrocknet auf höhere Temperaturen gelangt, und darum nicht allein der Gefahr der Härtung, sondern auch der Zufärbung leicht ausgesetzt ist. Die Erzeugung hellster Malze wird unsicher.

Das lange, vorsichtige Darren rückt auch die Gefahr in die Ferne, Diastase zu zerstören, welche gerade besonders geschont werden soll, wenn das Malz zur Herstellung hoch vergorener Biere bestimmt ist. Die Schonung zu weit zu treiben, was geschehen kann, wenn die Wasserentziehung bei niedrigen Temperaturen über die äußersten Grenzen hinausgeht, kann aber auch zum Nachteil, unter Umständen zu einem sehr erheblichen, ausarten, da es dann bei der Würzebereitung zu übermäßig hoher Zuckerbildung und zu unerwünscht hoher Vergärung führt. Auf die hohe Vergärung, welche wieder eine der Hauptsicherheitsfragen für die Haltbarkeit war und ist, sollte eben bei der Bereitung des hellen Malzes entscheidend hingearbeitet werden. Das erfüllt alles das langsame Darren. Zudem ist es geeigneter, die Bildung färbender Röstkörper zurückzuhalten, und die Erzeugung allerlichtester Biere in viel höherem Maße zu sichern.

Andererseits läßt es das längere Darren, und ganz besonders in Verbindung mit dem langen Ausdarren zu, eine größere Summe aromatischer Geschmackskörper zu erzeugen. Und nicht nur das. Das längere Darren mit langem Ausdarren ist erst das geeignetere Mittel, um unter Zurückdrängung der Bildung von färbenden Röstkörpern Geschmackskörper bestimmter malzaromatischer Eigenart hervorzubringen. Sie sind es, welche dem lichten Bier, trotz hoher Vergärung, Eigenschaften verleihen, welche man unter dem Begriff der Kernigkeit, Körperlichkeit, Malzaroma, Rundung, Fülle, Herzhaftigkeit zusammenfassen kann, wobei allen diesen Geschmacksmomenten in ihrer Gesamtheit noch die besonders vom Biertrinker geschätzte Eigenschaft zukommt, daß sie auch nach dem Trunk als Zunge und Gaumen angenehm befriedigende, aromatische Geschmacksstoffe lange anhalten.

b) Kurzdarren

Wenn Pilsener Brauereien, bzw. das Bürgerliche Brauhaus in Pilsen, an dem alten Darrverfahren, nicht nur zweimal 12 Stunden zu darren, sondern auch nur kleine Darren zu benutzen, festhalten, so darf diese Starrheit mit der Auffassung in Verbindung gebracht werden, nichts an Verfahren, selbst unter Ablehnung betriebstechnischer Vorteile, mögen sie sich nun auf die Herstellung von Malz oder Bier beziehen, zu ändern, da es Verfahren sind, mit welchen ihr welteroberndes Bier gebraut worden ist. Das Gefühl der Sorge um die Gefährdung des Weltrufes, daß ein Abweichen von den bewährten Verfahren die Eigenart des Bieres verändern könnte, ist das ausschlaggebende Moment.

Bei der Benutzung der kleinen Darren, wie sie dort gebräuchlich sind, ist die kurze Darrzeit die zweckentsprechendste. Voraussetzung

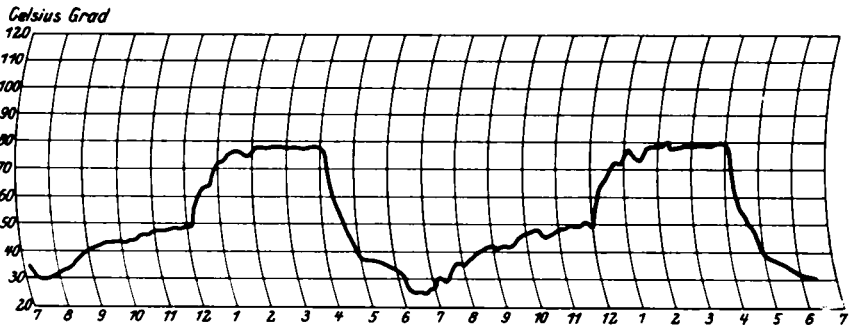


Abb. 84. Diagramm 2 (Winter 1930/31). Darstellend zwei Darrungen innerhalb 24 Stunden. Lufttemperatur zwischen der oberen und unteren Horde

bleibt allerdings, daß das Grünmalz sehr dünn aufgetragen wird, weil sonst Verfärbungsgefahr besteht. Festhalten an der alten Darrkonstruktion bedeutet auch Festhalten am Darrverfahren, bei welchem die Temperatursteigerung anfänglich pro Stunde etwa 4–5° C beträgt, also einen schnellen Verlauf nimmt.

Nicht durch langzeitige Lüftung bei niedrigen Temperaturen wird dem Malz schon früh der größere oder größte Teil seines Wassergehaltes entzogen, sondern durch schnelle Steigerung der Temperatur in Verbindung mit reichlicher Lüftung. Das Malz gelangt wasserreicher als bei der zweimal 24stündigen Darrzeit in höhere Grade. Fast steil steigt die Temperaturkurve dann von etwa 50° C in 1 bis 1½ Stunden um 20–30° C bis zur Abdarrtemperatur an, die etwa 3–4 Stunden gehalten wird, wie z. B. aus dem Diagramm (2), einer für Pilsener Malze typischen Darrart, zu ersehen ist. So kommt es, daß die Diastase, und noch mehr die peptischen Enzyme schon erheblicher geschädigt werden. Die Folge ist, daß bei der Verarbeitung im Sudhaus nicht ein übermäßig hoher, ja noch nicht einmal ein hoher Zuckergehalt gebildet wird. Die weitere

Folge, daß das Bier weder einen hohen Vergärungsgrad noch im endvergorenen Zustand erreicht.

In Anlehnung an diese Verhältnisse, die in gleicher Weise auch für die böhmischen Biere überhaupt Geltung haben, pflegt man denn auch für die Herstellung von Bieren, welche dem Pilsener Original, bzw. den böhmischen Bieren nahekommen sollen, die gleiche kurze Darrzeit anzuwenden.

Will man die Eigenarten des Pilsener, oder überhaupt der böhmischen Hopfenbiere, oder der nach Pilsener Art gebrauten Biere neben dem Hopfengeschmack der Qualität des Malzes zuschreiben, so muß man sich folgende Zusammenhänge vor Augen halten: Das Malz soll keinen hohen Diastasegehalt besitzen. Die Malz-Kernstoffe sollen nicht kräftig hervortreten, sondern zurückstehen.

Nun wird man sagen können, daß man den Gehalt an Diastase dadurch niedrig halten kann, daß man auf der Tenne auf denkbar kürzesten Blattkeim hin arbeitet, der für eine gerade genügende Lösung ausreicht. So wird nun tatsächlich auch verschiedentlich verfahren. Damit kommt man aber an den Kern der Sache nicht heran. Der Weg ist ein falscher. Denn gerade kräftiges, gut entwickeltes Blattkeimgewächs wird dem Malz in den Malzstätten der Pilsener Brauereien gegeben, wie aus Angaben von Thausing, Cluβ, Jalowetz¹⁾ zu entnehmen ist. Diastase wird also reichlich gebildet, durch den Darrprozeß dann aber stark geschwächt. Die schnelle, später sogar plötzliche Temperatursteigerung ist es, welche bei zweimal 12stündigem Darren diese Schwächung bewirkt. Da auch bei der kurzen Darrzeit ein langes Ausdarren nicht möglich ist, reicht auch die Zeit für die Bildung größerer Mengen besonderer aromatischer Kernstoffe nicht aus.

Wenn in Böhmen dieses kurze Darrverfahren nicht verlassen wird, so ist jedenfalls ein weiterer Grund auch wohl darin zu suchen, daß hier sowohl wie in Mähren bekanntlich mildeste Gersten ohne hohen Eiweißgehalt gedeihen. Sie lösen sich leicht, und bekommen mühelos lockere Lösung. Beim Darren geben die Malze das Wasser leicht ab, und unterliegen nicht leicht der Gefährdung der Erhärtung und Zufärbung.

Ähnlich mag es um die Verhältnisse in den Österreichischen Brauereien stehen, welche meistens auch noch an der zweimal 12stündigen Darrzeit festhalten. Auch diese Biere sind nicht besonders hoch vergoren, vielfach auch auf einen weniger lichten Farbton eingestellt, was die Befolgung peinlichster Vorsicht bei der Temperatursteigerung nicht erfordert.

c) Langdarren

Wenn zweimal 24 Stunden gedarrt wird, könnte man zwar auch die gehäufte Entstehung dieser Aromastoffe zurückhalten. Man würde nur

¹⁾ Cluβ, Tageszeitung f. Brauerei 1927, S. 329. — Jalowetz, Pilsener Bier im Lichte der Praxis und Wissenschaft.

mit der Abdarrtemperatur zurückzugehen brauchen. Doch das allein genügt noch nicht. Mit Rücksicht auf die lange Darrzeit müßte dem Malz bei niedrigen Temperaturen in langer Belüftungszeit auch so viel Wasser als möglich entzogen werden, um auch die Bildung von Farbkörpern zu verhindern. Damit würde indes eine Wirkung erreicht, die nicht gewollt ist, wenn wirklich Pilsener Malz hergestellt werden soll. Die lange gehaltene niedrige Temperatur, bzw. die nur allmähliche Temperatursteigerung greift die Diastase zu wenig an. Sie erleidet keine nennenswerte Schwächung, was doch erwünscht wäre. So kann sie sich beim Maischen mit voller Kraft auswirken, und sehr zuckerreiche Würze bilden, die hoch vergärt. Das entspricht wohl den Anforderungen an Malze für helle, sehr hoch vergorene Biere an sich, nicht aber den Anforderungen, die an Malze für Pilsener Bier, für ausgesprochenes Hopfenbier, gestellt werden.

Die lange Darrzeit bringt es mit sich, daß unter der Wirkung von Lüftung, Zeit, Temperatursteigerung und Wassergehalt ein in seinem innersten Kern anderes Malz gebildet wird, als bei Anwendung von zweimal 12stündiger Darrzeit. Ich wage indes damit nicht die Behauptung aufzustellen, daß man nicht doch unter geeigneten Bedingungen dazu kommen kann, in beiden Fällen weitgehend einander angenäherte Malze zu erzeugen. Die Richtlinien wären im großen und ganzen gegeben. Die Wasserentziehung bei niedrigen Temperaturen darf keine allzustarke sein. Bei der Steigerung der Temperaturgrade muß noch Wasser genug vorhanden sein, um die erforderliche Abschwächung der Diastase zu erreichen. Gilt dies sowohl für die kurze wie für die lange Darrzeit, so wird es bei letzterer noch erforderlich, von allzuhohen Abdarrtemperaturen zurückzugehen, um einer zu starken Aromabildung vorzubeugen, schließlich aber auch notwendig, die Abdarrzeit angemessen zu kürzen.

Würde man so dem kurzgedarrten Malz näher kommen, so bedürfte es nur nötigenfalls noch einer kleinen Nachhilfe im Sudhaus, durch welche die evtl. noch zu starke Wirkung der Diastase geschwächt wird. Man hätte nur nötig, die erste Maische in kochendes Wasser fallen zu lassen bzw. nach dem Hochpumpen der 1. oder 2. Kochmaische einen entsprechenden Teil in der Pfanne zurückzulassen, in welche man, alten bayrischen Methoden entsprechend, die 2. oder 3. Maische einfallen läßt. Ist einerseits schon durch das Maischekochen ein erheblicher Teil der Diastase vernichtet, so fällt hierdurch noch ein weiterer, ganz erheblicher Teil der Vernichtung anheim. Die Würze wird zuckerärmer und vergärt schwächer. Daneben stände dann noch ein anderes Hilfsmittel zu Gebote, das darauf beruht, daß das Temperaturgebiet, in welchem sich die kräftigste diastatische Aufspaltung vollzieht, schnell übergangen wird. Das sind bekanntlich die Temperaturen von 62—68° C.

Darf es wohl somit in erster Linie als ein Gebot der Vorsicht zur Sicherung gegen Härtebildung und Zufärbung angesehen werden, wenn die Ent-

wicklung der Darrbehandlung zum Übergang zu der zweimal 24stündigen Darrzeit geführt hat, und an ihrer Beibehaltung für die Herstellung lichtester Biere festgehalten wird, so wird dieser Grund zwingender, sobald unter der Ungunst von Witterungsverhältnissen Ernten erzielt werden, aus denen keine milden, sich leicht lösenden Gersten hervorgehen, vielmehr dick- und dunkelspelzige, harte, speckige, eiweißreiche, die sich schwer lösen, und beim Darren leicht erhärten und Farbe fangen.

d) Wirtschaftlichkeit.

Die Anwendung langer Darrzeit läßt es aber auch zu, die Beladung viel weiter zu steigern, und die Leistung der Darre zu erhöhen, ohne das Malz Gefährdungen in bezug auf Härtebildung und Zufärbung auszusetzen. Ist man zwar auch bei zweimal 12stündiger Darrzeit bei Darren, welche mit allen technischen Hilfsmitteln ausgestattet sind, imstande, wesentlich höhere Leistungen gegen früher zu erreichen, so werden letztere bei langer Darrzeit, zweimal 24 Stunden, um ein ganz erhebliches Maß darüber hinaus gesteigert werden können. Kann man im Durchschnitt bei der kurzen Darrzeit mit 50—60 kg geputztem Malz auf 1 qm Hordengrundfläche, und einer Darrung, rechnen, so sind als Durchschnittsleistungen bei einer langen Darrzeit, zweimal 24 Stunden, 80—100 kg anzunehmen, die aber in vielen Fällen übertroffen werden, bei denen die Leistungen bis auf 120—130 kg hinaufgehen. In jüngster Zeit ist es sogar durch Einführung des Schraubenwenders, desselben Apparates, der zur Umlagerung des Keimgutes in den Keimkästen dient, möglich geworden, die Leistung bis zu 200 kg bei einer Auftragshöhe des Grünmalzes bis zu 60 cm zu steigern.

Dieses günstige wirtschaftliche Moment bietet somit keinen Anreiz, von der langen Darrzeit wieder auf die kurze zurückzugehen für hochvergorene, helle Biere mit kernigem malzaromatischem Geschmack, zumal beider zweimal 24stündigen Darrzeit täglich nur einmal Abräumarbeiten auszuführen sind, bei der zweimal 12stündigen dagegen zweimal. Auch ich trete darum für die zweimal 24stündige Darrzeit ein.

Vorteilhaft schiebt sich nun die Dreihordendarre dazwischen. Sie vereinigt in sich die Vorzüge der Zweihordendarre mit langer Darrzeit, bietet aber daneben auch mehr die Möglichkeit, der Malzeigenart näher zu kommen, wie sie auf der Zweihordendarre bei zweimal 12stündiger Darrzeit erzeugt wird. Sie läßt größte Leistungen zu, schließlich aber kann sie insofern als überlegenes System angesehen werden, als sie den geringsten Wärmeverbrauch beansprucht.

5. Lüftung und Wärmebedarf.

Bezüglich des Wärmebedarfs beim Darren kommt in Frage, das im Malz vorhandene Wasser zu verdunsten, die Temperatur des Malzes mit

dem in ihm verbleibenden Rest an Wasser auf Abdarrtemperatur, sowie die Temperatur der in die Darre einströmenden atmosphärischen Luft auf die Temperatur der durch den Dunstkamin abziehenden Luft zu erhöhen. Mit der Erzeugung sind aber Verluste verbunden, welche aus unvollständiger Verbrennung, übermäßiger Luftzuführung, Ausstrahlung der Wärme an die Umfassungsmauern und anderen Faktoren noch entstehen. Höchstes Ziel des Darrbaus ist es nun, diese Verluste auf das tunlichst niedrigste Maß einzuschränken.

Einer der wichtigsten Faktoren dabei ist die richtige Einstellung der Temperatur der Luft in dem Dunstkamin. Sie soll so hoch als möglich, wie es der Typus des herzustellenden Malzes überhaupt erlaubt, gehalten werden. Um so größer ist das Wasseraufnahmevermögen, und um so geringer der Wärmebedarf. Darum ist letzterer trotz der höheren Abdarrtemperaturen für dunkle Malze niedriger als für helle. Hoher Nutzeffekt geht Hand in Hand mit hoher Temperatur der Kaminluft, die man nicht unter, sondern über 20° C halten und allmählich auf 30—40° C ansteigen lassen sollte.

Ein nicht minder wichtiger Faktor ist die richtige Einstellung der zugeführten Luftmengen, sowohl der warmen wie der kalten. Luftumführungskanäle, welche übermäßige Mengen von Luft den oberen Horden, namentlich der obersten, zuführen, erhöhen nicht, sondern vermindern den Nutzeffekt, zumal wenn es kalte Luft ist. Es wird deshalb von erfahrenen Kreisen der Darrbauer die Ansicht vertreten, über die Umführungskanäle niemals kalte Luft durch die oberen Horden hindurchzuleiten.

Die Dreihordendarre ist in bezug auf Wärmeausnutzung der Zweihordendarre überlegen. Der Vorteil ist vor allem darin zu suchen, daß die erste die Möglichkeit bietet, die Abluft beim Durchzug durch die obere Horde weitgehend mit Wasser zu sättigen. Als ein gewisser Vorzug könnte es auch angesehen werden, daß der Wassergehalt beim Abdarren weiter herunter zu drücken ist, als bei Anwendung von Zweihordendarren, indem die Abdarrtemperatur ununterbrochen während der letzten Darrperiode auf gleicher Höhe gehalten werden kann. Das hat allerdings weniger für Münchener als für helle Malze Geltung.

Zur Erzeugung von 100 kg fertig geputztem Malz mit 2—3% Wasser sind bei Außentemperaturen innerhalb einer Spanne von wenigen Graden unter Null bis etwa 10 Grad über Null, und Temperaturen der Kaminluft von 20—30° C, theoretisch 80 000—100 000 WE. erforderlich, entsprechend 20 kg Kohle mit einem Heizwert von 5000 WE. (H e t z e l).

Mit Rücksicht auf die verschiedenen Verluste, welche selbst im günstigsten Falle nicht vermieden werden können, darf indes im mindesten mit einem Wärmearaufwand von 100 000—105 000 WE. für 100 kg geputztes Malz gerechnet werden, vorausgesetzt zweckmäßige Bauart der Feurung, der Züge, richtige Bemessung der Verhältnisse zwischen Horden-

und Heizfläche, Dunstkamin und Hordenfläche, Einhaltung hoher Dunst- kamintemperaturen, weitgehendste Mitführung von Wasser in der Ab- luft, und Vermeidung übermäßiger Luftzuführung.

Vielfach liegen die Verhältnisse in der Praxis aber noch nicht so günstig. Bei manchen Darren sind nicht weniger als 150—160 000 WE. erforderlich, und als günstig sieht man es vielfach schon an, wenn der Wärmeverbrauch sich auf 120—125 000 WE. hält.

Gesamter Wärmebedarf (theoretisch) für Herstellung von 100 kg Malz mit 2% Wasser ¹⁾.

Außen- tempe- ratur	K a m i n l u f t			
	20° C	25° C	30° C	35° C
—5° C	WE. 102 000	96 000	90 000	85 000
0° C	WE. 96 000	91 000	86 000	82 000
5° C	WE. 89 000	86 000	83 000	80 000
10° C	WE. 82 000	81 000	79 000	77 000

6. Darrleistung (und Tennengröße)

Unter der Wirkung der Verbesserung der Feuerungs- und Lüftungs- anlagen und verbesserter Wender konnte die L e i s t u n g s f ä h i g k e i t der Plandarren, die man jetzt bis zu einer Größe von 180—200 qm baut, mehr und mehr gesteigert werden, indem es zulässig wurde, die Höhe der Auftragsschicht immer weiter zu steigern. Von 17—20 cm konnte nach und nach bis auf 30,35 und 40 cm in die Höhe gegangen werden; aller- jüngst sogar bis auf 50—60 cm, was besonders bei einer langen Darrzeit angängig ist. Eine Leistungssteigerung in demselben Umfange bei einer kurzen Darrzeit zu erreichen, soll allerdings auch, wie bei der erst wenig bekannten, pneumatischen Einhordendarre System W i n k l e r, möglich sein.

Kann man jetzt — im Unterschied zu früher mit 60—80 kg Leistung — im Durchschnitt bei einer Zweihordendarre bei zweimal 12stündiger Darrzeit mit 50—60 kg geputztem Malz auf 1 qm Hordengrundfläche je Darrung rechnen, so ist die Durchschnittsleistung bei zweimal 24- stündiger Darrzeit etwa 80—100 kg; bei der Dreihordendarre mit drei- mal 12stündiger Darrzeit vielleicht 60—70 kg.

Innerhalb 24 Stunden liefert auf 1 qm Hordengrundfläche:

eine Zweihordendarre bei zweimal 24stdg. Darrzeit 80—100 kg (Durch- schnittsleistung),

eine Zweihordendarre bei zweimal 12stdg. Darrzeit 100—120 kg (Durch- schnittsleistung),

¹⁾ P. H e t z e l, Allg. Brauer- und Hopfenzeitung 1913, Nr. 234.

eine Zweihordendarre bei zweimal 24stdg. Darrzeit 200 kg (Höchstleistung),
 eine Dreihordendarre bei dreimal 12stdg. Darrzeit 120—140 kg (Durchschnittsleistung),
 eine Dreihordendarre bei dreimal 12stdg. Darrzeit 200 kg und darüber Höchstleistung)¹⁾.

Bezüglich des Verhältnisses zwischen Darrleistung und Tennenfläche sind verschiedene Faktoren maßgebend: Darrzeit, Auftraghöhe, Haufenführung.

Unter normalen Verhältnissen werden auf 1 qm Hordengrundfläche bei zweimal 24stündiger Darrzeit 20 qm Tennenfläche, und bei zweimal 12stündiger Darrzeit 40 qm benötigt. Beim Übereinanderarbeiten der Haufen auf der Tenne verschiebt sich das Verhältnis je nach dem etwa auf 15—16 : 1, bzw. 25—30 : 1. Die Steigerung der Darrleistung bis zum Doppelten erfordert natürlich dementsprechend auch wieder angemessenen Ausbau des Tennenraumes.

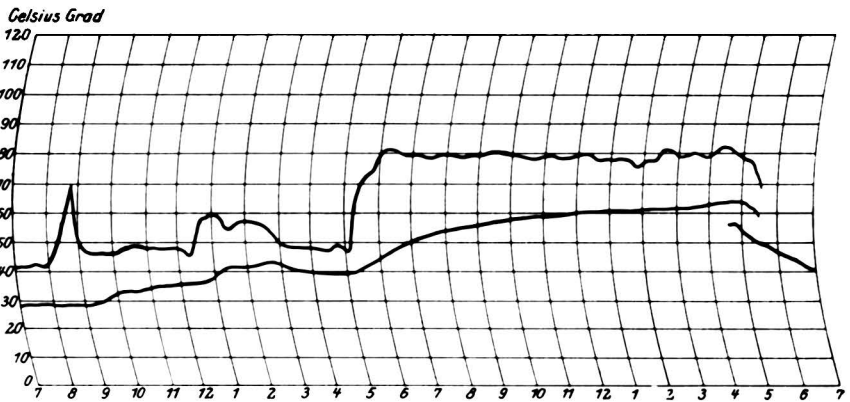


Abb. 85. Diagramm 4 (Winter 1930/31). Darrzeit zweimal 24 Stunden; oberes Diagramm stellt die Temperatur unter der unteren Horde; unteres Diagramm die Temperatur in der Luft zwischen der unteren und der oberen Horde dar. Temperaturspannen zwischen beiden Kurven groß, namentlich beim Abdarren

7. Ausschnitte aus der Praxis

a) Diagramme von Zwei- und Dreihordendarren

Es ist von Interesse, an Hand von Diagrammen aus der Praxis einige charakteristische Darrverfahren anzuführen, welche aus der außerordentlichen Mannigfaltigkeit hervortreten, und als Beispiele für besonders planmäßige Methoden angesehen werden können.

Was das Darren von hellem Malz anbetrifft, so ist kennzeichnend für die eine Art die allmähliche gleichmäßige Steigerung der Temperatur

¹⁾ Die Höchstleistung einer Vertikaldarre innerhalb 24 Stunden bei dreimal 12 stündiger Darrzeit läßt sich mit etwa 250 kg Malz auf 1 qm Darraumgrundfläche annehmen.

bis zum Abdarren, Diagramm 3, wobei während der letzten 8—10 Stunden eine stündliche Steigerung um 1°C bis zur Höchsttemperatur erfolgt, oder die Abdarrtemperatur so lange gehalten wird.

Kennzeichnend für die andere Art ist der Darrverlauf in zwei Stufen. In der ersten Stufe findet nur eine allmähliche, unter Umständen auch praktisch überhaupt belanglose Steigerung statt. Der Übergang zur zweiten Stufe vollzieht sich in steilem Anstieg. Die zweite Stufe umfaßt die hohen Temperaturen nahe, bzw. bei der Höchsttemperatur (Diagramm 2 und 4).

Diagramm 5 kennzeichnet sich durch seine geringe Temperaturspanne (nur 8—10° C) zwischen den Temperaturen in der Luft unter der unteren und oberen Horde und seine Unregelmäßigkeit in der Temperatursteigerung.

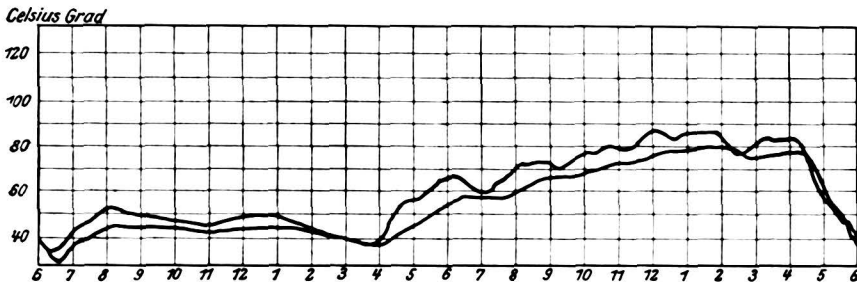


Abb. 86. Diagramm 5. Darrzeit zweimal 24 Stunden. Unregelmäßige Temperatursteigerung und geringe Temperaturspanne in der Luft unter der unteren und oberen Horde

Diagramm 5a stellt ein lehrreiches Beispiel für die Wirkung falscher Ventilatorstellung dar.

Eine andere Art ist dadurch gekennzeichnet, daß bei zweimal 24-stündiger Darrzeit eigentlich nur 12 Stunden gedarrt wird, das Malz aber danach noch bei abgedecktem oder ausgezogenem Feuer und offenen Türen 12 Stunden lang liegen bleibt. (Diagramm 6a und 6b). Dabei ist dennoch eine Abdarrzeit von 5—7 Stunden innezuhalten.

Bemerkenswert ist bei all diesen Diagrammen, wie auch bezeichnend für die allermeisten Darren, soweit es sich um zweihordige handelt, daß die Spanne in der Temperatur zwischen unterer und oberer Horde sich je nach Darrkonstruktion, Lüftung, usw. verschiebt, entweder mit der Steigerung der Temperatur zunimmt, oder aber abnehmen kann, nicht aber gleich verläuft.

Von geringen Unterschieden kann man sprechen, wenn die Spanne nicht mehr als 8—10° C, von hohen, wenn sie 20—35° C beträgt. Ein unmittelbarer Rückschluß auf die Temperatur, welche im Malz der unteren oder oberen Horde herrscht, ohne daß eine direkte Messung hier erfolgt, ist somit aus den Lufttemperaturen nicht zu ziehen. Er kann vollständig irreführend sein. Die Temperatur im Malz, z. B. der unteren Horde,

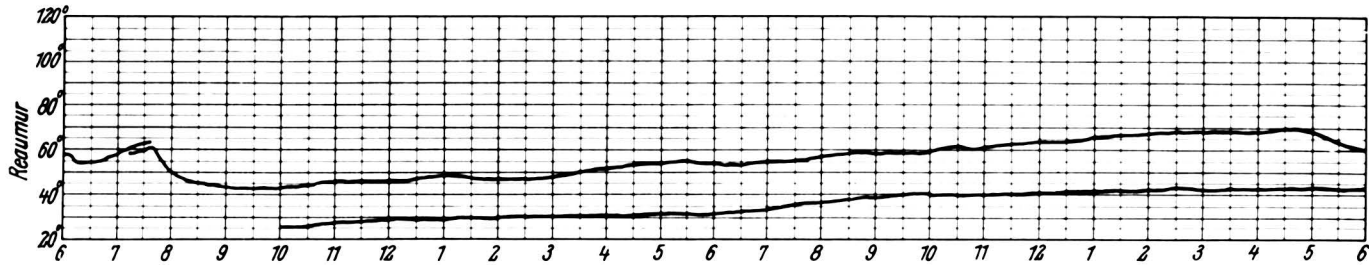


Abb. 87. Diagramm 3 (Winter 1930/31). Darrzeit zweimal 24 Stunden. Das untere Diagramm zeigt den Temperaturverlauf in der Luft zwischen der unteren und oberen Horde. Das obere Diagramm die Temperatur auf der unteren Horde. Temperaturspanne zwischen beiden Kurven ziemlich gleichmäßig verlaufend und groß (von 20° C auf 35° C)

Diagramm 4 siehe Seite 206, Diagramm 5 siehe Seite 207.

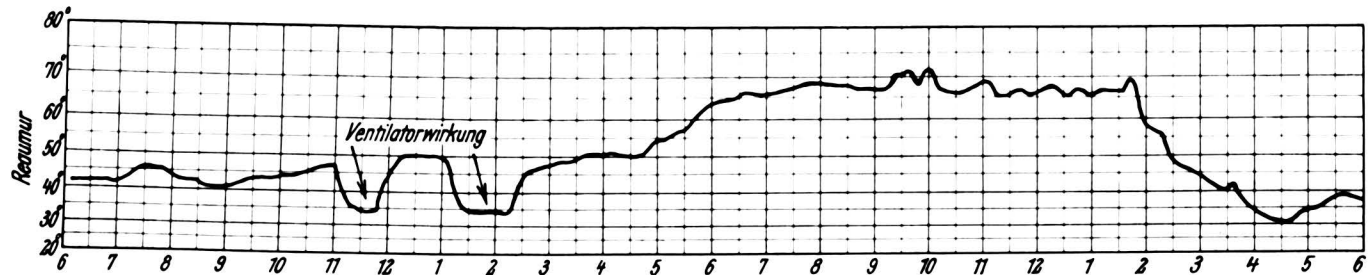


Abb. 88. Diagramm 5a (Winter 1930/31). Vorübergehende starke Temperaturabfälle durch falsche Ventilatorstellung

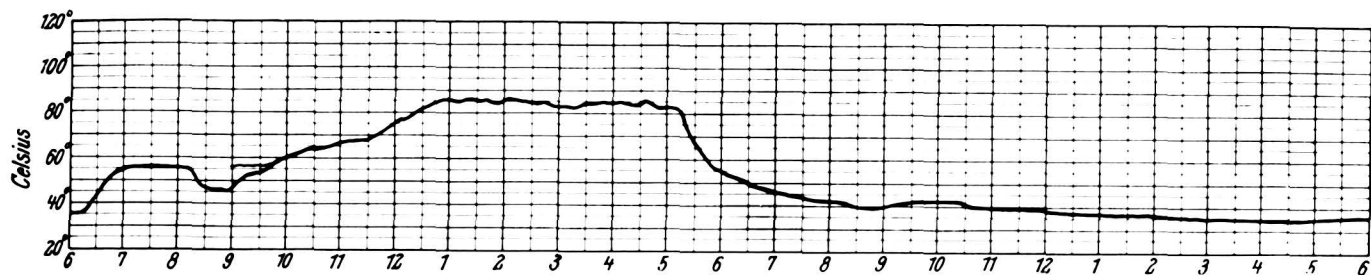


Abb. 89. Diagramm 6a (Winter 1930/31). Langsamer Temperaturanstieg, zweimal 24 stündige Darrzeit; während der Nacht indes kein Feuer

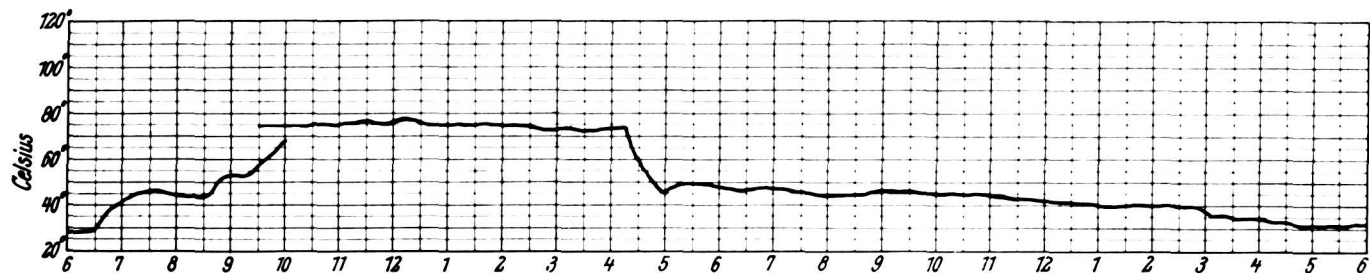


Abb. 90. Diagramm 6b (Winter 1930/31). Schneller Temperaturanstieg, zweimal 24 stündige Darrzeit; während der Nacht indes kein Feuer

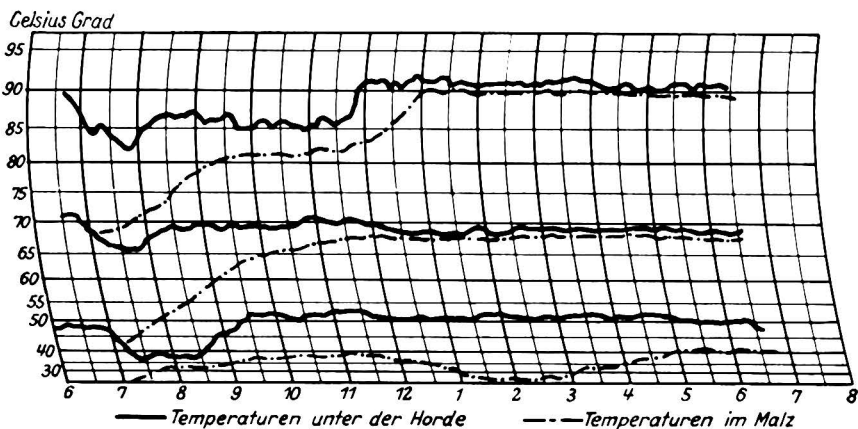


Abb. 91. Diagramm 7. Brüne-Darre. Diagramme zusammengestellt aus Diagrammen W. Goslich und W. Windisch. Wochenschrift f. Brauerei 1912. Nr. 36. Das obere Paar stellt die Temperatur im Malz und unter der unteren Horde dar, das mittlere Paar stellt die Temperatur im Malz und unter der mittleren Horde dar, das untere Paar stellt die Temperatur im Malz und unter der oberen Horde dar

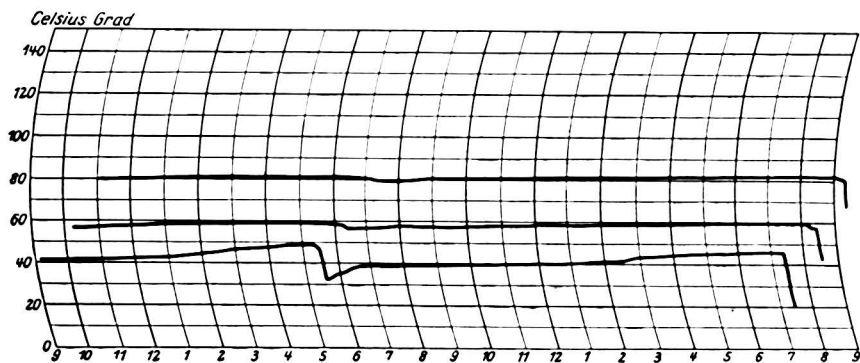


Abb. 92. Diagramm 8. Dreihordendarre. Kennzeichnend die während der ganzen Darrzeit konstant bleibende Lufttemperatur unter der oberen, mittleren und unteren Horde

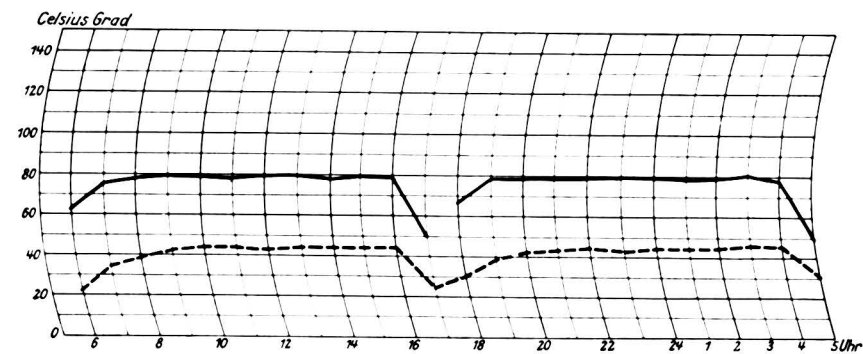


Abb. 93. Diagramm 9. Dreihordendarre. Kennzeichnend die konstante Lufttemperatur unter der unteren und oberen Horde während der ganzen Darrzeit. (Die Lufttemperatur unter der mittleren Horde ist nicht gemessen)

kann ziemlich nahe, aber auch sehr weit von der auf der unteren Horde, d. h. in der Luft zwischen der unteren und oberen Horde, entfernt sein. Vielfach wird die Temperatur in der Luft zwischen der unteren und oberen Horde registriert, bzw. als Maßstab für die Temperatursteigerung zugrunde gelegt, und daraus unter Zuschlag einer gewissen Spanne die im Malz auf der unteren Horde vorhandene Temperatur geschätzt. Das sind indes unzuverlässige Schlußfolgerungen. Sie sind auch im allgemeinen deshalb unzuverlässig, weil die Temperatur in der Malzschicht in den verschiedenen Höhen verschieden ist.

In der Literatur sowohl wie in der Praxis ist es nun oft Gepflogenheit, die Temperatur in der Luft der unteren Horde und in der Luft unter der unteren Horde anzugeben; vielfach aber nur erstere oder auch nur letztere. Das erschwert wegen der Lückenhaftigkeit der Angaben Vergleiche untereinander, da namentlich in den Fällen, in welchen nur

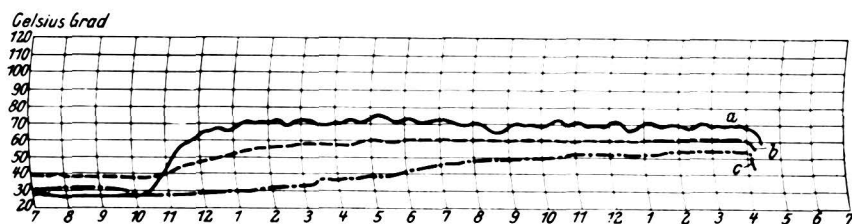


Abb. 94. Diagramm 9a. Dreihordendarre. Darrzeit dreimal 24 Stunden; a) stellt die Temperatur unter der unteren, b) die Temperatur unter der mittleren und c) die unter der oberen Horde dar. Kennzeichnend ist die nur durch geringe Schwankungen unterbrochene Konstanz der Temperatur unter der unteren Horde nach steilem Anstieg, die nach sehr langsamer und gleichmäßiger Steigerung eintretende Konstanz unter der mittleren und die sehr langsame und gleichmäßige Steigerung der Temperatur unter der oberen Horde. — Kennzeichnend vor allem die dreimal 24 stündige Darrzeit

die Lufttemperatur in der unteren Horde, also unter der oberen, angegeben wird, die Spanne gegenüber der im Malz auf der unteren Horde herrschenden Temperatur außerordentlich verschieden sein kann, je nachdem, in welcher Höhe die Malzschicht gemessen und die Belüftung der oberen Horde gehandhabt wird. Rückschlüsse von der Lufttemperatur unter der unteren Horde auf die Temperatur im Malz der unteren Horde zu ziehen, welche einigermaßen zuverlässig sein können, ist eher möglich.

Ein wesentlich anderes Bild liefert eine Reihe von Diagrammen bei der Dreihordendarre. Ein Temperaturanstieg, weder allmählicher noch in Stufen, findet nicht statt. Die Temperatur wird durch die Staumethode gleich auf die bestimmte Höhe hinaufgeschnellt und bleibt während der ganzen Darrung, soweit es sich um Lufttemperatur handelt, die gleiche (Diagramm 7, 8, 9).

Ein gutes Diagramm ist auch in 9a dargestellt, bei welchem indes ein Temperaturanstieg teils steil, teils allmählich stattfindet.

Die Darrverfahren für dunkles Malz könnte man ähnlich wie die für helles, sofern es sich um die Verwendung von Zweihordendarren

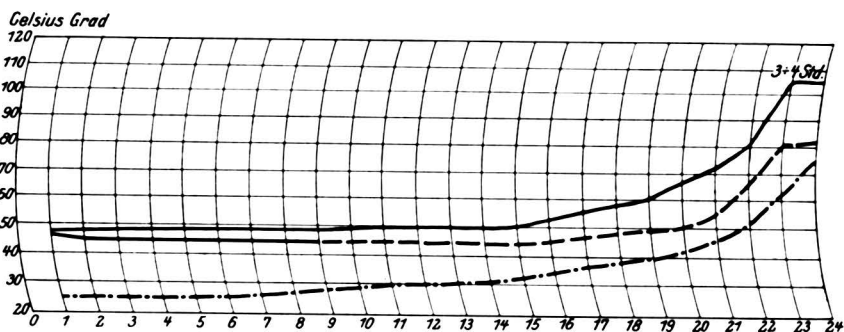


Abb. 95. Diagramm 10. Diagramm einer Darrung von Münchener Malz.

Temperatur im Malz auf der unteren Horde —
 „ in der Luft „ „ —
 „ im Malz „ „ oberen „ —
 „ in der Luft „ „ oberen „ —

Kennzeichnend ist die Temperaturkonstanz während der ersten 18 Stunden, die allmähliche Steigerung während der folgenden 4 Stunden und dann die schnelle Steigerung in 4 Stunden von 60° C auf 106° C. (Nach Allgemeine Zeitschrift für Brauerei und Malzfabrikation 1899, S. 829)

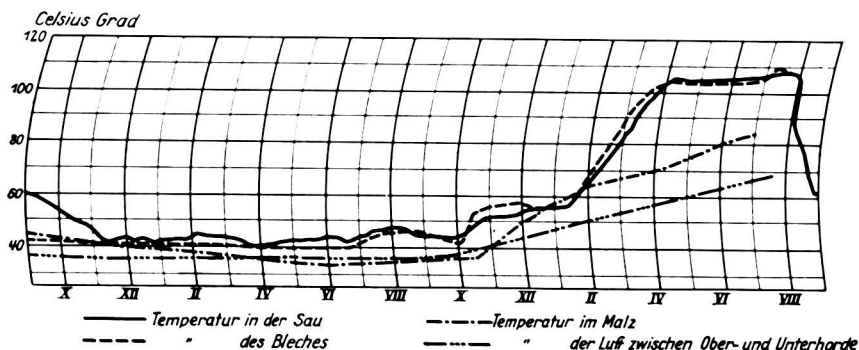


Abb. 96. Diagramm 11. Darrung von Münchener Malz. Stufenanstieg. (Aus Zeitschrift f. ges. Brauwesen 1903, Nr. 37; Barth und Dinkelage)

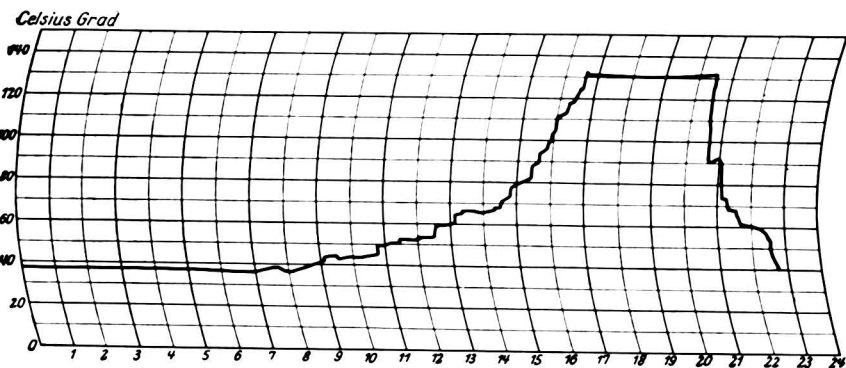


Abb. 97. Diagramm 12. Darrung von Münchener Malz. Stufenanstieg. Lufttemperatur unter der unteren Horde

handelt, in zwei Arten teilen. Das eine mit allmählichem Anstieg (Diagramm 1), das andere mit Stufenanstieg (Diagramm 10, 11, 12). Letzteres ist das gebräuchlichere, das vor allem in den Münchener Brauereien Anwendung findet, aber auch das erstere ist geeignet, wie mir aus eigener Erfahrung bekannt ist, hervorragendes dunkles Malz zu erzeugen.

b) Feststellungen an einer Dreihordendarre.

(Haack, 1913.)

Zeit	Kaltluft im Heiz- raum		Temperatur der unteren Horde in Celsius				Temperatur der mittleren Horde in Celsius						Temperatur der oberen Horde in Celsius				Dunst- kamin		Heizgase der Rauch- kamine in Celsius
Nach Stunden	Wassergehalt in %	Temperatur in Celsius	Auf dem Blech	Im Malz vom Blech entfernt			Auf dem Blech	Im Malz vom Blech entfernt			Lufttemperatur unter der oberen Horde	Auf dem Blech	Im Malz vom Blech entfernt			Wassergehalt in %	Temperatur in Celsius		
				3 cm	6 cm	9 cm		3 cm	6 cm	9 cm			3 cm	6 cm	9 cm				
1	90	4	83	71	65	55	38	20	22	20	19	19	18	18	18	99	16	113—115	
2	89	3	84	77	69	62	51	31	30	30	26	27	26	24	23	99	22	155—160	
4	89	3	85	85	81	77	65	41	36	35	34	34	28	26	23	96	24	170—180	
6	90	4	85	84	83	82	69	53	49	45	44	43	31	29	27	97	27	170—175	
8	88	4	84	85	84	84	69	63	60	57	50	49	34	32	30	97	26	155—160	
10	96	3	85	85	84	84	69	62	67	65	56	54	37	36	35	85	27	130—135	

Malzerzeugung in 12 Stunden auf 1 qm Horde	60 kg	dunkles	helles
Wärmeverbrauch für 100 kg Malz	95 000 WE.	×	×
Wassergehalt des Malzes beim Abräumen der oberen Horde	20 %	20 %	
der mittleren Horde	4 %	6 %	
der unteren Horde	1,5 %	3,5 %	

Bemerkenswert an den Aufzeichnungen ist folgendes:

Die vollständige Sättigung der Kaminluft mit Wasserdampf, 97—99%, während des ganzen Darrverlaufs.

Die gegen die obere Horde strömende Warmluft erwärmt das Malz bis zu maximal 37° C. Die Temperatur in den verschiedenen Schichten ist nur unwesentlich unterschiedlich voneinander.

Die gegen die mittlere Horde strömende Heißluft steigt bis auf 69° C, von wo an sie sich konstant hält. Die Temperaturen im Malz folgen langsamer, und erreichen erst am Schluß den Höchststand, bleiben aber immer noch um wenige Grade hinter der Temperatur der zuströmenden Luft zurück. Die Temperaturunterschiede in den verschiedenen Höhen betragen teilweise bis zu 8° C.

Die gegen die untere Horde strömende Heißluft besitzt von Anfang an schon Höchsttemperatur. Im Malz folgen deshalb die Temperaturen schneller. Nach 4 Stunden hat die unterste Schicht schon Höchst-

temperatur erreicht, später erst die um einige Zentimeter höhere, und noch später, nach 8 Stunden, erst die wiederum um einige Zentimeter höhere.

Man sieht, wie sich der Temperatúrausgleich unterschiedlich, je nach der Höhe der Schicht, vollzieht. Die oberen folgen wesentlich langsamer den mittleren, und diese wieder langsamer den untersten. Man sieht auch daraus, wie wichtig es ist, bei Temperaturangaben im Malz gleichzeitig auch Höhenangaben zu machen.

Besonders bemerkenswert war bei den Feststellungen von Haack die fast vollständige Gleichmäßigkeit der Temperatur an den verschiedensten Stellen der einzelnen Horde bei Messungen in gleicher Schichthöhe, — ein Zeichen, wie gleichmäßig die Horde von der Heißluft durchstrichen wird, was für die Gleichmäßigkeit der Trocknung, der physikalischen, chemischen, physiologisch-enzymatischen Beeinflussung und schließlich der Aromatisierung von großem Wert ist.

III. Apparatedarren

Neben dem Darren auf Horden in Darrgebäuden machten sich auch nach und nach Bestrebungen bemerkbar, statt dieser Anlagen besondere Apparate für das Darren einzuführen.

Das *V a k u u m* suchte man für diese Zwecke nutzbar zu machen, und baute geschlossene Behälter, in welchen man die Trocknung unter Vakuum durchführen wollte. Zur praktischen Anwendung kam es indes nicht.

Etwas mehr Erfolg war mit der Einführung der Trommeldarren verbunden. *L a c a m b r e* und *P e r s a c*, *G a l l a n d*, *F r e u n d* und *T i l d e n* haben an diesem Problem gearbeitet, mit welchem Darren und Mälzen, bzw. Mälzen und Darren in ein und derselben Trommel durchgeführt werden sollte. Indes nur unbedeutend blieben die Erfolge, nur in vereinzeltten Fällen kam man über Versuchsanstellungen hinaus und wandte dieses Verfahren laufend im Betrieb an¹⁾.

Welch merkwürdige, phantastische Ideen zur Lösung der Darrfrage im Laufe der Jahrzehnte auftauchten, beweisen die rotierenden *S c h r a u b e n -* und *S c h e i b e n d a r r e n*, *E t a g e n d a r r e n*, *R i e s e l -* und *R ü t t e l d a r r e n*, *Z y l i n d e r d a r r e n*, *J a l o u s i e d a r r e n* mit Kipphorden, die teilweise kontinuierlich arbeiten, und auch die Anlagen, welche sich des *e n d l o s e n B a n d e s* bedienen.

Zu größerer praktischer Auswirkung kamen aber Ideen, nach denen etwa 8 m hohe, schmale Malzsäulen, welche durch Drahtgewebe eingeschlossen sind, der Heißluftumspülung und dem Heißluftdurchzug ausgesetzt werden.

T i s c h b e i n konstruierte (1868) seine Zylinderdarre, bei welcher

¹⁾ Siehe Kapitel III, S. 125 (Tildentrommel).

die Malzsäule hohe zylindrische Form hat, gleichfalls auch der die Säule innen wie außen umgebende Luftraum (Abb. 98).

Von unten her wird durch einen Ventilator Luft eingeblasen, die nach Erwärmung von einem zweiten Ventilator, nachdem sie im Zickzack durch die Malzschicht hindurchgegangen ist, abgesaugt wird. Statt einer Malzsäule werden auch mehrere zu einem System vereinigt, bei welchem die Malzsäule gewissermaßen durch 3 Etagen reicht, die durch Querwände in der Luftsäule hergestellt werden. Das System der Vertikaldarre ist damit geschaffen, die auch bei bestimmter Bauart als Vertikal-Jalousiedarre (Krudewig, 1878)¹⁾ bezeichnet wurde, wenn das untere Drittel des Malzmantels nicht aus Drahtgeflecht, sondern aus jalousieartig angeordneten Eisenblechstreifen bestand. In verschiedenen Mälzereien gelangte sie in dieser oder jener Form zur Aufstellung.

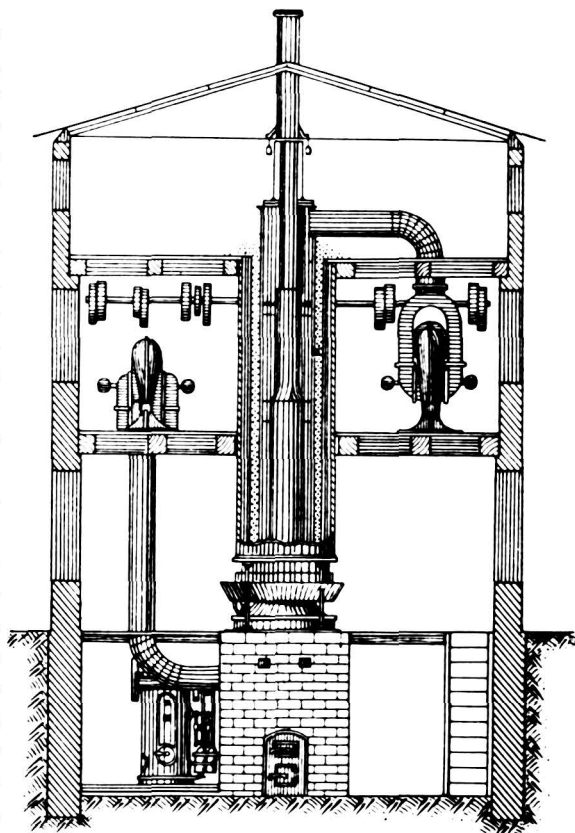


Abb. 98. Zylinder-Darre (Tischbein). Aus Wochenschrift für Brauerei 1910, S. 365

IV. Gebäudedarren — Vertikaldarren

Die Vertikaldarre, eine Fortentwicklung der Tischbein'schen Zylinderdarre, kann in einem gewissen Grade mit einer mehrhordigen Plandarre verglichen werden. Bei der Darre der Neuzeit (Toppf, Abb. 99 u. 100) liegen vier Darrräume, durch feste Decken getrennt, übereinander.

¹⁾ Der Bierbrauer, 1884, S. 131. Wochenschrift f. Brauerei 1886, S. 201.

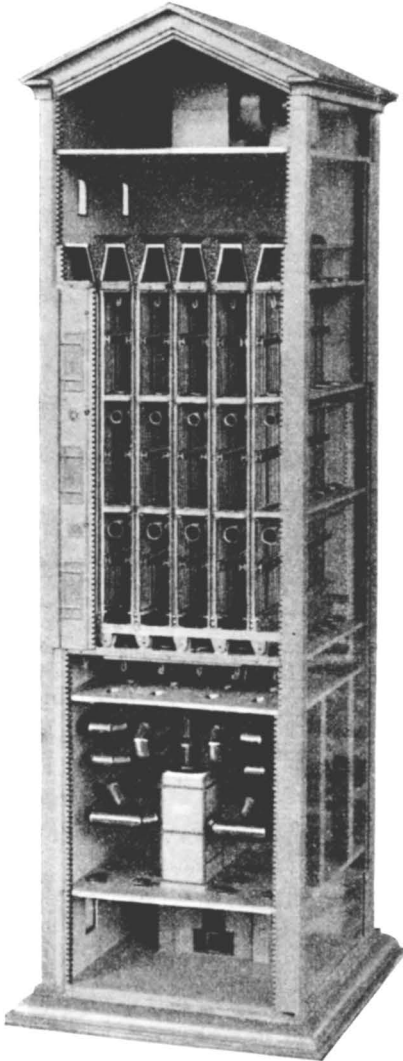


Abb. 99. Vertikaldarre (T o p f)

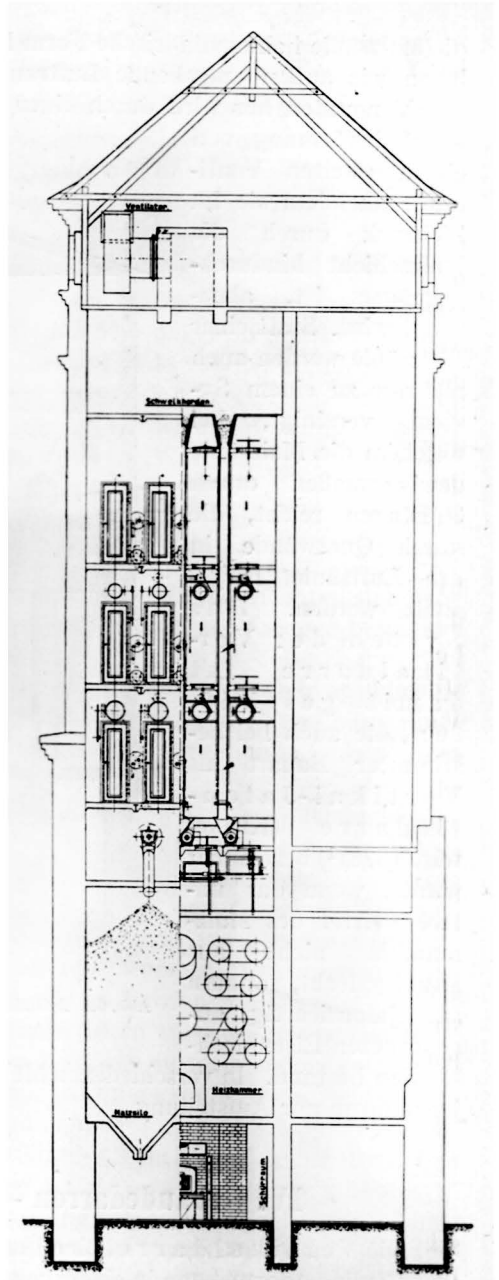


Abb. 100. Längsschnitt durch die Vertikaldarre (T o p f)

Der oberste Raum ist der Aufnahme- und gleichzeitig auch Schwelraum. Die Horden der Plandarre sind durch Kammern ersetzt, welche vom un-

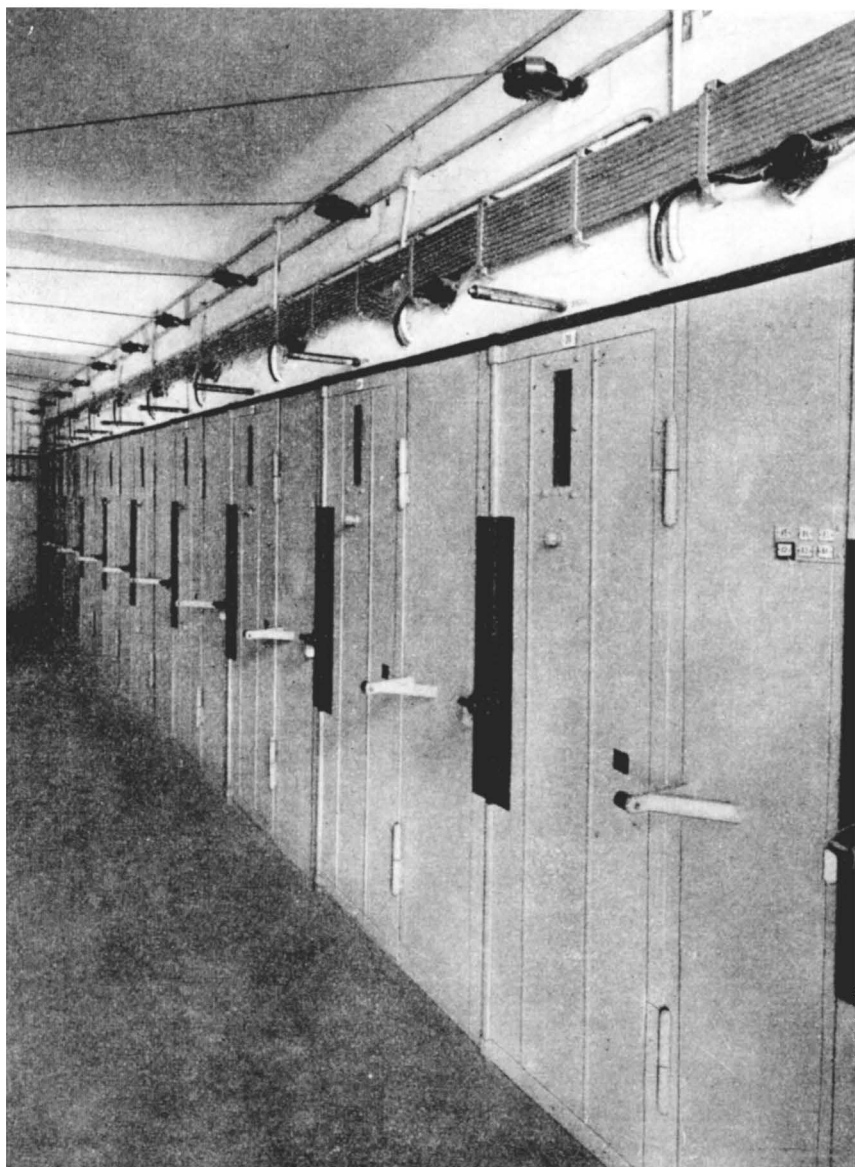


Abb. 101. Bedienungsvorraum einer vertikaldarre mit 11 Türen zu den entsprechenden Luftkammern

tersten Darraum durch die darüberbefindlichen bis in den Schwelkraum ohne Unterbrechung hindurchgehen. Sie sind etwa 18—20 cm breit, und durch Drahtwände, bei welchen die Drähte zur Erleichterung des Ab-

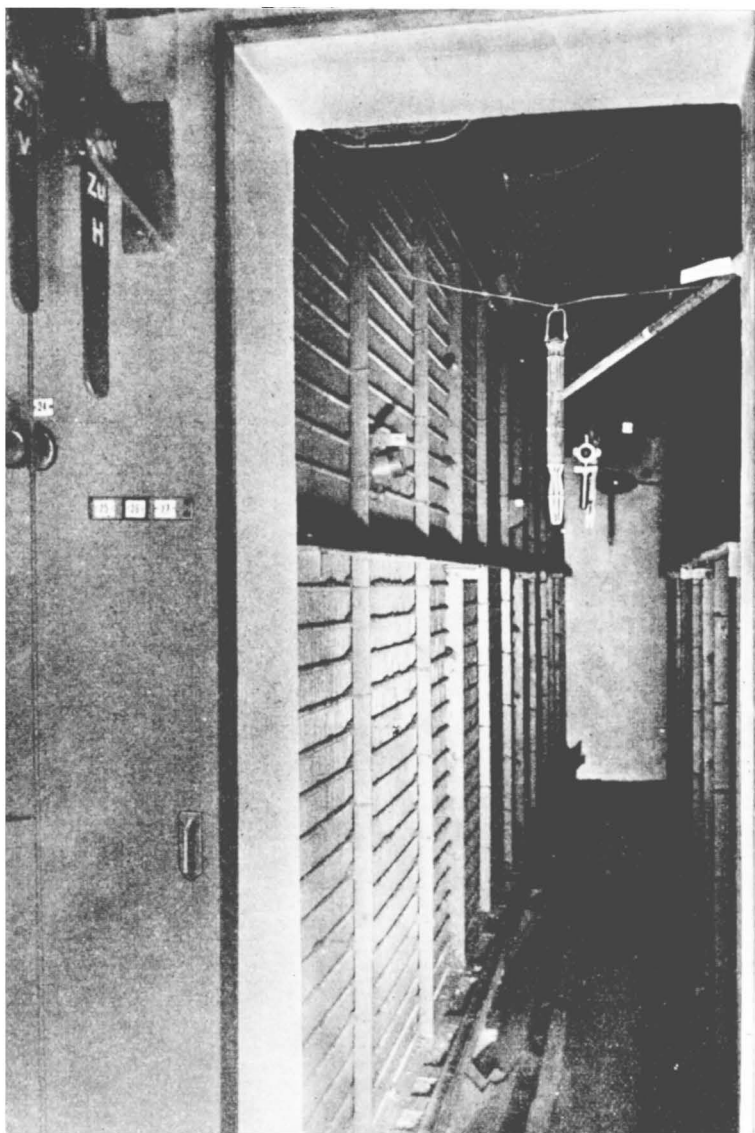


Abb. 102. Luftkammer einer Vertikaldarre begrenzt durch die Wände der benachbarten Malzkammern

rutschens des Malzes parallel und senkrecht verlaufen, abgeschlossen. Zwischen je zwei Kammern liegt eine etwa 80 cm breite Luftkammer, welche ebenso wie jene durch den ganzen Darraum von einer zur anderen Seite verläuft. Je eine Luftkammer liegt auch zwischen der letzten Malz-

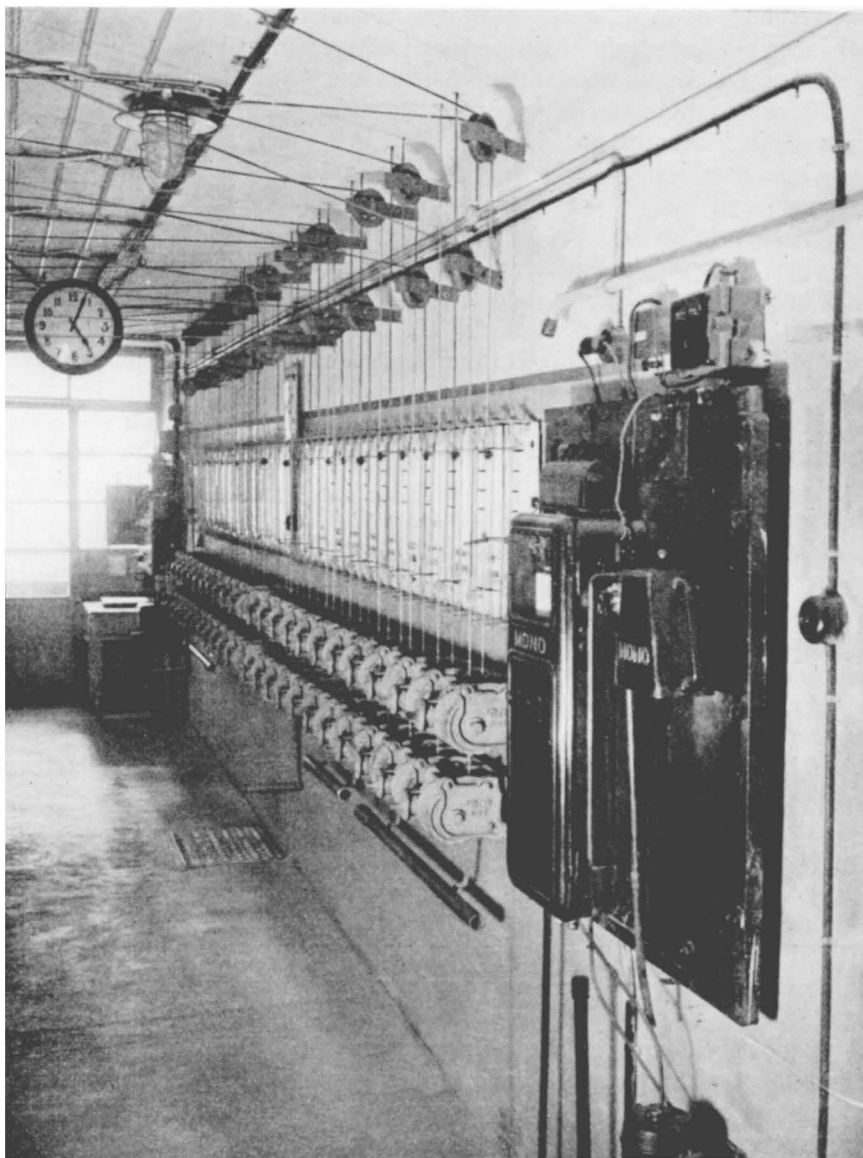


Abb. 103. Schalter-Vorraum einer Vertikaldarre

kammer und der Außenwand, so daß stets die Zahl der Luftkammern um eine größer ist, als die der Malzkammern.

Der Fußboden jeder Luftkammer und jedes Darraumes ist durch eine Reihe von Luftschächten durchbrochen. Die Schächte liegen vertikal

übereinander und sind durch Klappen verschließbar, so daß bei Öffnung derselben ein Luftstrom in senkrechter Richtung sämtliche übereinanderliegenden Luftkammern durchstreichen kann. Ventilatoren, welche in der Decke bzw. in der Kuppel des Aufnahmeraumes eingebaut sind, saugen die Warmluft an. Ohne sie ist ein natürlicher Luftauftrieb in ausreichendem Maße durch die stehenden Malzschichten hindurch nicht zu erreichen.

Die Warmluft soll die vertikalstehenden Malzkammern in horizontaler bzw. in schräger Richtung durchdringen, wozu nur mit großer Gewalt angesaugte Luft imstande ist.

Um der Luft die erforderliche Richtung zu geben, werden abwechselnd die Luftschächte einer Kammer unten am Fußboden geöffnet und oben an der Decke geschlossen, und umgekehrt bei der nächsten Kammer unten geschlossen und oben geöffnet. Und so im Wechsel durch jeden Darraum hindurch, so daß die Luft im Zickzackweg durch die Malzschicht von Darraum zu Darraum bis zum Dunstkamin ziehen kann. Die Wegrichtung ist in gewissen Intervallen umzukehren.

Zu beachten ist, daß während des Darrens die Malzschicht einer jeden Kammer lückenlos die ganze Höhe bis zum Schwelkraum ausfüllt, damit keine offenen Durchgangsstellen für die Luft entstehen können, die eben gezwungen werden soll, ihren Weg durch das Malz zu nehmen. Nur zur Zeit des Abräumens bzw. Ausräumens der untersten Malzkammer ist durch die in Deckenhöhe befindlichen Schieber die darüberstehende Malzschicht abzusperren.

Die Bedienung geschieht von der Beladung an bis zum Ausräumen des fertigen Malzes in vollständig mechanischer Weise. Das Malz gleitet bei entsprechender Schieberstellung von Etage zu Etage, ohne jede weitere Zuhilfenahme von Handarbeit. Das Ausräumen geschieht auf dieselbe Weise. Das gedarrte Malz fällt in darunterbefindliche Mulden und wird durch Schnecken fortgeführt.

Die Regulierungsvorrichtungen, s. Abb. 103, laufen sämtlich in einer Sammelstelle zusammen, wo sie von einem Mann bequem bedient werden können.

Zahlenmäßig ausgewiesene Prüfungsergebnisse liegen über Vertikal-darren noch nicht vor. Was indes die rein praktischen Erfahrungen anbetrifft, welche mit den Malzen gemacht worden sind, die auf diesen Darren hergestellt wurden, so müssen sie als durchaus günstig angesehen werden, bezüglich heller wie dunkler Malze. Gleich günstig liegt es hinsichtlich der Leistungsfähigkeit, die erheblich größer ist als die der Plan-darren ¹⁾.

¹⁾ Siehe Kapitel IV, S. 206 (Darrleistung).

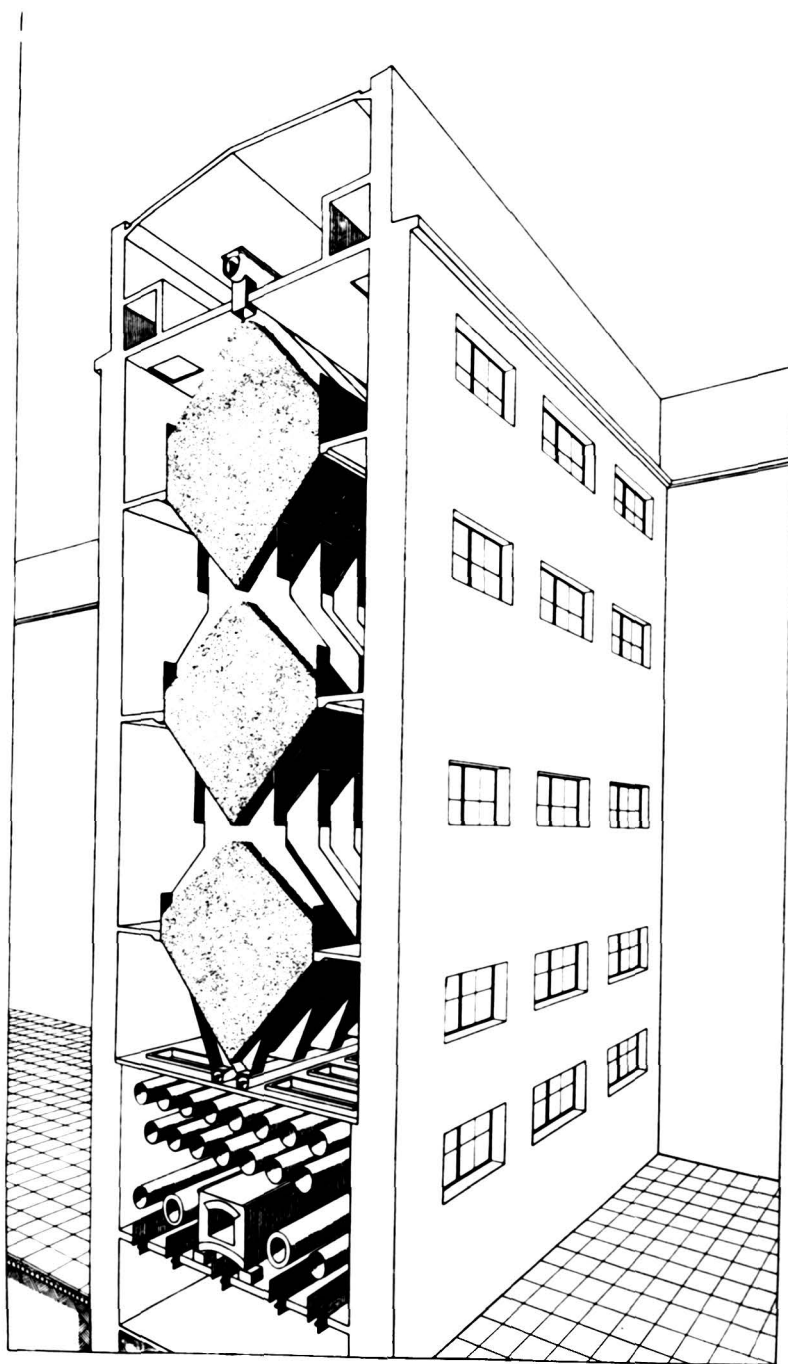


Abb. 104. Vertikaldarren (Wiedemann)

V. Zusammenfassung

Unter der Wirkung des Darrens werden die anfänglich noch sich betätigenden Lebensvorgänge nach und nach stufenweise zum Stillstand gebracht. Das Wachstum hört auf, der Keimling stirbt ab, die Enzyme hören auf zu arbeiten. Nur chemische Reaktionen können unter bestimmten Bedingungen noch stattfinden, bis schließlich mit der Trockenstarre alle Vorgänge in den Dauerzustand versetzt werden.

Bei der Herstellung heller Malze kommen die Lebensvorgänge infolge der frühzeitiger Entziehung des Wassers früher zum Stillstand als bei der von dunklem Malz.

Am stärksten werden davon Hemizellulose, Stärke, Zucker und Eiweiß betroffen. Aber auch organische Verbindungen werden gelockert, teilweise abgebaut, teilweise in neue unlösliche umgebildet.

Für die enzymatischen Umsetzungen ist das Zusammenwirken von Temperatur, Wassergehalt und Zeit vor allem entscheidend. Die obere Horde ist der Platz, an welchem die für die Malzart entscheidenden Wandlungen sich abspielen, bzw. beginnen. Auf der oberen Horde muß noch eine verstärkte Zuckerbildung vor sich gehen, wenn dunkles Malz hergestellt werden soll, damit sich auf der unteren Horde bei höherer Temperatur aus der Reaktion zwischen Zucker und Eiweißabbaustoffen die notwendigen Röst- und Farbkörper bilden. Helle Malze sind auf der oberen Horde dagegen trocken zu machen, und diesen Vorgängen nicht zu unterziehen. Infolge starker Zerstörung durch die hohen Temperaturen weisen die dunklen Malze trotz höheren Diastasegehaltes im Grünmalz einen Diastasegehalt auf, der nur 20—30% von dem heller Malze ausmacht.

Eiweiß wird abgebaut, und mit steigender Temperatur, soweit es fällfähig ist, wieder koaguliert. Darum enthält dunkles Malz trotz stärkeren peptischen Abbaus im allgemeinen an löslichem koagulierbarem Eiweiß weniger als helles.

Dunkles Malz hat auch ein saureres pH als helles; höher abgedarrtes ein saureres wie niedrig abgedarrtes.

Das Darren ist so zu leiten, daß mürbes Grünmalz seine lockere Beschaffenheit nicht verliert. Vorsichtige Wasserentziehung ist das beste Schutzmittel. Schnelle Erwärmung bei reichlichem Wassergehalt führt zur Hartmalzbildung. Hartmalz ist dichtes Malz. Bildet sich die Dichte durch Gummifizierung und Zucker, so kommt es zur Zuckerhärte; durch Abbau und Wanderung der hydrolysierten Eiweißmassen aus den peripheren Zellen in das Innere des Endosperms zur Eiweißhärte; bei mangelhaft gelösten Malzen zur Rohhärte.

Ausgehend von dem Darren über offenem Feuer, welches unter entsprechend technischen Verbesserungen den Zeitverhältnissen folgend, sich bis jetzt noch in England erhalten hat, nimmt die Entwicklung der Darren auf dem Kontinent ihren Weg zur Zwei- und Dreihordendarre,

und schließlich zur Vertikaldarre. Die offene Feurung macht der Anwendung indirekter Heizgase (Heißluft- und Dampfdarren) Platz.

Die Wärmeträger sind zuerst liegende Heizsysteme (Schlauchdarren bzw. englische Darren). Bald treten die stehenden Heizapparate an ihre Seite, die schließlich dann miteinander kombiniert werden. Systeme verschiedener Art bilden sich heraus, um sowohl geeignetste Verhältnisse für die Herstellung von dunklem wie von hellem Malz zu schaffen.

Baute man anfänglich für dunkle Malze mehr die liegenden Systeme ein, als die geeigneteren, so mußte man allmählich dazu übergehen, dieselbe Darre auch für helle Malze einzurichten. So entstanden die Anlagen von Riedinger, Hanner und Hering, Steinecker u. a.

Mitte der 80er Jahre wird die Dreihordendarre praktisch brauchbar. Den Darren von Winter und Kubelka folgen die von Brüne, in weiterem Ausbau die von Hetzel, Topf u. a.

Den zur Ausrüstung der Darren notwendigen Horden und Wendern wird mehr und mehr Interesse entgegengebracht. Statt gelochter oder geschlitzter Bleche führen sich die aus geschlungenen oder glatten Drähten hergestellten Horden ein.

Die Wendearbeit wird nicht mehr durch die Handschaufeln, sondern durch mechanische Schaufeln, in jüngster Zeit auch schon durch Schrauben- und T-Wender ausgeführt.

Den Lüftungsanlagen, als dem hauptsächlichsten Hilfsmittel zur Regelung der die Horden durchstreichenden Luft, wendet sich die Aufmerksamkeit der Darrbauer in erhöhtem Maße zu. Man sucht den Zug durch besondere auf die Kamine aufgesetzte Hauben, Einbau des Heizrohres in den Dunstkamin, Vorwärmanlagen im Heizapparat, Ventilatoren u. a. mehr, zu verstärken. Zur Regulierung der Warmluft werden Luftmischkammern gebaut; zur Einsparung der Abdarrhitze, und zugleich zur Kühlung des Abräummalzes Wärmestaukammern angelegt (Topf, Hetzel).

Zu gleicher Zeit werden Richtlinien für die Darrführung aufgestellt. Delbrück erörterte die Grundzüge für die Herstellung von hellem und dunklem Malz, und weist der oberen Horde ihre grundlegende Bedeutung zu. Das helle Malz muß trocken, das dunkle mit einem Wassergehalt von 15—20% auf die untere Horde zwecks Aromatisierung gebracht werden. Auch die Abdarrtemperaturen sucht man für die verschiedenen Malztypen bis zu einem gewissen Grade festzulegen, und ist dabei bemüht, die früher angewandten niedrigen Temperaturen mehr oder weniger erheblich zu steigern.

Richtlinien bilden sich für die Wendearbeit heraus, welche zur Beseitigung von Ungleichheiten erforderlich ist. Das Malz auf der oberen Horde benötigt kein so häufiges Wenden als auf der unteren, auf welcher die Verhinderung von Ungleichheiten im Trocknungsgrad und in der Aromatisierung größere Sorgfalt erfordert.

Mehr und mehr vereinheitlicht sich die Innehaltung der Darrzeiten. Früher kurz bemessen, oft nur zweimal 8 Stunden, selbst für dunkle Malze betragend, werden sie entweder auf zweimal 12¹⁾, oder zweimal 24 Stunden bei Zweihordendarren, oder dreimal 12 auf Dreihordendarren ausgedehnt. Die längere Darrzeit wird dabei mit wenigen Ausnahmen bei den deutschen Brauereien, bzw. Mälzereien gebräuchlich

Einmal mit Rücksicht auf die Qualität, sodann veranlaßt durch die Verbesserung des Darrbaus, welche eine erhebliche Erhöhung der Leistungsfähigkeit gestattet. Namentlich ist es die Vorsicht, welche die Bildung von Hartmalz verhindern will, die zur Verlängerung der Darrzeit geführt haben dürfte. Der Zwang, lichteste Malze für die Herstellung lichtester Biere zu erzeugen, führt zur Ausdehnung der Darrzeit, wenn auf größte Leistungsfähigkeit hingearbeitet werden soll, andernfalls Zufärbungsgefahr entsteht. Kurzes Darren setzt schwache Beschickung voraus, läßt aber auch keine so kräftige Aromatisierung ohne Zufärbung zu.

Die Darroleistungen zu erhöhen, und den Wärmebedarf auf das tunlichst geringste Maß einzuschränken, um die Wirtschaftlichkeit auf das Höchste zu steigern, sind ganz besonders die Bestrebungen der letzten Zeit. Man erkennt den Nachteil übermäßiger und falscher Luftzuführung, und die Wichtigkeit der richtigen Einstellung der Temperatur der zugeführten Luftmengen und der aus dem Dunstkamin austretenden Luft. So ist es möglich geworden, den Wärmebedarf in günstigsten Fällen auf 100 000—110 000 WE. für 100 kg geputztes Malz herabzudrücken; andererseits die Leistung bis auf das Dreifache, bei den Vertikaldarren auf das Vier- bis Fünffache gegenüber früher zu erhöhen.

Noch behaupten aber die Plandarren das Feld. Weder haben ihnen die Apparatedarren, welche nur vereinzelt Einführung fanden, Abbruch tun können, noch ist es den Vertikaldarren gelungen, abgesehen von wenigen, allerdings sehr großen Anlagen, Fuß zu fassen.

¹⁾ Vereinzelt auch auf zweimal 18 Stunden.

Kapitel V

Das Lagern

Von der Darre wird das Malz der Entkeimungsmaschine zugeleitet, und dann in Silos eingelagert.

Ist der Zeitpunkt eingetreten, an welchem die Darrung beendet ist, werden die Darrtüren geöffnet, um kalte Luft zur Herunterkühlung des Malzes hinzutreten zu lassen, oder es wird, wie es bei den neuzeitlichen Darren mit der Wärmestauvorrichtung der Fall ist, ohne Öffnen der Darrtüren durch die Umführungs Kanäle kalte Luft durch die Horden gesaugt, während die Hitze im Heizkörper durch Schließung der Luftzuführungen zum Feuer und Schließung des Rauchkamins nach dem Abbrennen festgehalten wird.

Das Abräumen geschieht in einfachster Weise durch Handarbeit mit der Schaufel, bei größeren Darren mit dem sog. „Darresel“. Von dem Schüttrumpf, welcher das gedarrte Malz aufnimmt, gelangt es in noch warmem Zustand zur Entkeimungsmaschine, durch welche die Malzkeime von dem Korn getrennt werden. Während die Keime aus der Maschine entweder zusammen mit den Saukeimen, oder getrennt von diesen gesammelt werden, was je nach der Art der Verwertung geschieht, — da die Saukeime unversehrt und lang, die durch die Putze abgetrennten Keime aber zerschlagen sind, — wird das Malz unter Umständen einer weiteren reinigenden Behandlung unterzogen.

Durch besondere Poliermaschinen entfernt man etwaige noch anhaftende Keimreste und hervorstehende Spelzenteile, worauf dann das verbrauchs- und verkaufsfertige Malz nach dem Durchgang durch die automatische Waage, vermittels Schnecken oder Saugvorrichtungen in die Silos befördert wird. Von der Saugbeförderung pflegt man indes nicht gern Gebrauch zu machen, wenn der Weg sehr lang ist, da unter der Wirkung der Reibung an den Wandungen Spelzen abgerissen, auch Teile des Mehlkörpers abgebrochen bzw. abgerieben werden, und dadurch minderwertige Abfälle entstehen.

Das zur Einlagerung kommende Malz soll sich in einem abgekühlten Zustand befinden, weil sonst mit der Möglichkeit zu rechnen ist, daß unter der Wirkung erhöhter Temperaturen bei der Lagerung Zufärbungen, auch wohl Enzymschädigungen, vor allem bei der Diastase, eintreten.

In manchen Fällen ist der Beförderungsweg bis zum Silo weit genug, um die nötige Abkühlung hervorzubringen. In den Fällen, in welchen das Malz schon auf der Darre durch besondere Kühlvorrichtungen ausgekühlt werden kann, ist damit meistens schon der Anforderung an ausreichende Abkühlung Genüge getan. In anderen Fällen wieder pflegt man sich Einrichtungen zu bedienen, welche, einem Vormaischer ähnlich gebaut, in die Förderanlage eingesetzt sind. Das Malz gleitet dünn gestreut im Zickzack über gegeneinander nach unten geneigte Bleche, wobei es



Abb. 105. Malzkühlanlage aus schmalen freistehenden Eisenbehältern

abgekühlt wird. Wieder in anderen Fällen benutzt man Blechkästen, welche, unter Umständen in mehrere Abteilungen geteilt, zur Abkühlung dienen. Eine besonders geschickte Anlage sehe ich in einer reihenweise getroffenen Anordnung von schmalen, hohen, oben offenen Blechkästen, welche mit dem warmen Malz gefüllt werden. Der Vorzug bei dieser Art liegt nicht nur in einer infolge allseitiger Luftumspülung sehr schnellen, sondern auch in einer wasseraufnahmefreien Abkühlung (Abb. 105).

Bei der Lagerung und Aufbewahrung ist darauf Bedacht zu nehmen, daß das Malz vor der Anziehung von Feuchtigkeit geschützt, gegen Ungeziefer weitgehend gesichert, und übermäßigen Temperaturschwankungen nicht ausgesetzt ist.

Um es vor der Anziehung von Feuchtigkeit zu schützen, ist es vor allem wichtig, es in hoher Schicht zu lagern, und es mit tunlichst geringster Oberfläche der Luft auszusetzen.

Das Lagern im freien Haufen ist die ungeeignetste Art. Die Oberfläche ist im Verhältnis zur Masse eine zu große, und darum auch die Anziehung von Feuchtigkeit. Kleinere Betriebe haben sich indes von dieser Art Lagerung vielfach noch nicht freigemacht bzw. freimachen können, gleich wie sie verschiedentlich noch daran festhalten, das Malz in Säcken aufzubewahren, was auf das entschiedenste zu verurteilen ist, da auch hierbei eine reichliche Anziehung von Feuchtigkeit stattfindet.

Zu warnen ist auch davor, Malz an warme Wände anzuschütten, da im Laufe der Zeit sich Enzymschädigungen und Zufärbungen einstellen können, während es andererseits eines Kälteschutzes nicht bedarf.

Zu beachten ist ferner, daß Malz nicht unmittelbar gegen Hausumfassungswände aus Stein oder Zement gelegt wird, da die bei Regen und feuchter Witterung von den Außenwänden aufgenommene Nässe nach innen durchdringt und sich auf die an den Wänden anliegenden Malzschichten überträgt.

Sollen die Mindestanforderungen erfüllt werden, welche an Lager-sicherung zu stellen sind, so können dazu Verschläge aus Holz gewählt werden. Man verschalt auch wohl die Stein- oder Zementwände der Außenmauern, um keine direkte Berührung zwischen Mauer und Malz zu erhalten. Hinter den Verschalungen entstehen aber leicht Schlupfwinkel und Brutstätten schlimmster Art für tierische Schädlinge ¹⁾, die man nur dann auf das gründlichste bekämpfen kann, wenn die Planken am Ende eines jeden Mälzungsjahres auseinandergenommen, auf das allergründlichste gesäubert und dann noch desinfiziert werden, gleich wie die Zwischenräume und Wände. Geeigneter sind Verschläge, welche allseitig einen Umgang besitzen und mit keiner Seite die Wand berühren. Wird in ihnen das Malz, wenn möglich, so hoch geschichtet, daß es mit der Oberfläche bis an die Decke reicht, dann ist dem Zutritt von Luftfeuchtigkeit die geringste Oberfläche geboten und eine einwandfreie Lagerung gegeben.

Gegen das Eindringen von Feuchtigkeit kann man sich auch dadurch etwas schützen, wenn das Malz nicht in besonders hoher Schicht in den Verschlägen eingelagert ist, daß man es mit Säcken oder Malzkeimen zudeckt.

Geeignete Bedingungen für die Lagerung sind aber in den Silo-
b e h ä l t e r n gegeben. In hoher Schicht lagernd wird hier die Malz-
oberfläche im Verhältnis zur Masse noch weit mehr verkleinert, und
die Anziehung von Feuchtigkeit herabgesetzt. Die Silos, die man an-
fänglich fast ausschließlich aus Holz herstellte, werden jetzt zweck-

¹⁾ Siehe auch „Brauerei und Mälzerei“, Band I, Kapitel I, Lagerschäd-
linge.



Abb. 106. Malzsiloanlage mit 24 Silos aus Zement und Verschneid-Vorrichtungen

mäßiger aus Zement gebaut; Eisen ist weniger anzuraten. Wo noch Holzsilos bestehen, ist darauf zu sehen, daß die Planken gut gefugt sind; man sichert wohl auch das Malz gegen Gefährdungen durch Ungeziefer, indem man die Silos innen mit Blech beschlägt.

Die sicherste Art ist der geschlossene, glattwandige Zementsilo (Abb. 106), der in den größeren und Großbetrieben mehr und mehr schon

jeden anderen verdrängt. Hier kann das Malz unbegrenzt gelagert werden, ohne daß eine irgendwie nennenswerte Anziehung von Feuchtigkeit stattfindet, so daß Mälzereien, welche mit solchen Einrichtungen ausgestattet sind, vollauf in den Stand gesetzt sind, Malzabschlüsse bei Abnahme auf Abruf bis über ein ganzes Jahr hin und noch länger unter voller Garantierfüllung bezüglich des geforderten Mindestwassergehaltes zu betätigen.

Beim Bau der Silos ist beachtlich, daß sie am zweckmäßigsten in das Gebäude hineingelegt werden, da sie hier am weitgehendsten gegen Witterungs- und Temperatureinflüsse geschützt werden. Bilden die Silowände aber zugleich die Außenwände des Gebäudes, ist dringend anzuraten, sie gut zu isolieren ¹⁾).

Die Auffassung, daß die Lagerung auch dazu dienen soll, daß das von der Darre abgeräumte trockene Malz eine gewisse, wenn auch nur geringe Menge Wasser anziehen soll, damit es sich besser verschroten und verbrauen lasse, hatte so lange Gültigkeit, als sie auf allgemeinen Erfahrungen fußen konnte. Durch Herstellung besserer Schrotmühlen und langsamere Schrotung sind aber derart veränderte Verhältnisse geschaffen, daß eine Schonung selbst trockner Spelzen vor dem starken Zerreißen und Zerkleinern in weitgehendem Maße eintritt, was man sonst nur dadurch erreichen konnte, daß man dem Malz Gelegenheit gab, Wasser anzuziehen, so daß die Spelze eine reichliche Elastizität und Zähigkeit erhält, die sie vor starker Zersplitterung beim Schroten schützt.

¹⁾ Siehe auch „Brauerei und Mälzerei“, Band I, Kapitel I, Lagerungseinrichtungen.

Kapitel VI

Das Malz und seine Eigenschaften

1. Physikalische Eigenschaften

Das Korn soll möglichst pralle F o r m besitzen. Sie kennzeichnet einen hohen Grad von lockerer Beschaffenheit des mit vielen Luftkanälen durchsetzten Endosperms. Eingefallene Körner sind entweder nicht gekeimte, oder durch Peptonisierung oder Gummifizierung gesinterte Körner. Sie sind hart.

Gleich wie bei der Gerste helle F a r b e n vor den dunklen bevorzugt werden, gilt auch beim Malz eine hellere Farbe als die beliebtere. Sie deutet auf helle Gersten, da diese auch wieder, sachgemäße Verarbeitung vorausgesetzt, hellfarbige Malze geben. Dunkelfarbige liefern andererseits auch wieder dunkler gefärbte Malze, es sei denn, daß sie im Weichstock mit alkalischen Mitteln behandelt werden, durch welche eine Extraktion dunkler Farbstoffe mehr oder weniger weitgehend herbeigeführt wird. So lichte Farbentöne, wie sie Malze aus lichten Gersten aufweisen, lassen sich trotzdem aber aus dunkel gefärbten Gersten nicht erzeugen. Etwaige Dunkelspitzigkeit bei Gersten findet sich auch im Malz wieder. Unreine, graue, und mehr stumpfe Farbe kann teils auf die Verarbeitung verregneter Gerste zurückgeführt werden, teils aber auch aus der Verwendung von eisenhaltigem Wasser herrühren, wobei gerbsaures Eisen sich auf der Spelze niederschlägt, und zu dieser mißfarbigen Tönung Veranlassung gibt.

S c h i m m e l in jeder Form darf nicht vorhanden sein, gleich wie auch r o t e Körner, welche von Fusarium übersponnen sind, fehlen sollen.

Gern sieht man G l a n z beim Korn anstatt S t u m p f h e i t. Malze aus lichten Gersten tragen ihn von Natur aus an sich. Malze aus Gersten, welche alkalische Weiche erhalten haben, besitzen ihn weniger, da Alkali eine gewisse Stumpfheit erzeugt. Poliermaschinen, durch welche das Malz vermittels Bürsten zwecks Entfernung von anhaftenden Keimresten und hervorstehenden Spelzenteilen behandelt wird, bieten zugleich die Möglichkeit, die Stumpfheit abzuschwächen und den Glanz zu verstärken.

Das Malz soll ein angenehmes malzröstiges A r o m a besitzen.

D u m p f e r G e r u c h darf nicht vorhanden sein. Er zeigt an, daß das Malz unter ungünstigen Verhältnissen gelagert, entweder Ge-

ruch aus dumpfer Umgebung angenommen hat oder selbst bei reichlicher Wasseranziehung Pilzwucherungen auf eigenem Korn anheimgefallen ist.

H a l b e K ö r n e r sollen möglichst fehlen. Sowohl solche, welche durch den Trieur nicht erfaßt sind, als auch solche, welche nachträglich durch Beschädigung des Malzes, wie z. B. durch die Entkeimungsmaschine, auf den Beförderungswegen durch Schnecken oder Saugvorrichtungen, oder dgl. zerschlagen sind. Die dem Trieur entgangenen kennzeichnen sich vielfach durch rote Randbildung an den Bruchstellen, — jedenfalls eine Wirkung oxydatischer Enzyme, — auch dadurch, daß sie meist nicht gekeimt sind.

Die **S p e l z e** soll möglichst geschlossen sein. An der Kornbasis sperrige, unter Umständen bis auf die Hälfte, ja noch weiter vom Endosperm abstehende Spelzenteile zeigen an, daß die betreffenden Körner durch die Dreschmaschine stark angeschlagen sind. Sie sind meist auch in der Auflösung zurückgeblieben. Die beschädigte Spelze gibt Anlaß zu schnellerer und weitgehenderer Wasseraufnahme in der Weiche. Die Körner sind überweicht, wenn die Hauptmasse der Gerste normal geweicht aus dem Weichstock gelangt. Oft ist auch der Keimling, welcher durch das Anschlagen in der Dreschmaschine Verletzungen erlitten hat, überweicht, oder gar ersäuft. Er keimt schlecht, bleibt verkümmert oder keimt gar nicht. So hält auch die Lösung im Korn bei der Mälzung zurück oder wird überhaupt unmöglich, und das Korn selbst wird hart.

Was an der Gerste an **D r u s c h b e s c h ä d i g u n g e n** dieser Art (aufgeschlossene Spelzen) noch nicht sichtbar ist, macht sich in auffälligster Weise beim Malz bemerkbar. Ist der Gehalt an solchen Körnern, wie es durchaus nicht selten vorkommt, hoch, so können sie in sehr erheblichem Maße die Eigenschaften eines Malzes herabdrücken, denn diese Körner sind es vor allem, welche infolge ihrer mangelhaften Lösung trübe laufende Würzen, im Laboratorium sowohl wie im Betrieb, liefern, mit in erster Linie bei mangelhaftem Bruch im Hopfenkessel daran beteiligt sind, schon beim Beginn der Abkühlung der heißen Würze sich ausscheidende Trübungen erzeugen, die Flockung der Hefe hemmen, und hauptsächlich schuldig an dem „sog. weißen Schein“ im Lagerfaß sind. Sie sind typische Störenfriede, gleich wie die zu kurz gewachsenen Malze, welche unzureichenden Eiweißabbau besitzen.

In der Länge des **B l a t t k e i m s** sollen keine allzugroßen Unterschiede vorhanden sein. Unterschiede an sich, augenfällig kenntlich, sind nicht zu vermeiden. Denn die einzelnen Körner besitzen nicht die gleiche physikalische, chemische und physiologische Beschaffenheit. Auch nicht die gleiche Keimanlage. Möglichst aneinander angegliche Keimentwicklung muß aber das zu erstrebende Ziel des Mälzers sein. Mit dem Blattkeim marschiert Bildung und Arbeit der Enzyme, und die fortschreitende Lösung des Kornes.

Einheitlichkeit in Sorte, Bestellung auf möglichst gleichmäßigem Boden bei gleicher Vorfrucht und Düngung, gleichzeitige Reife und gleichzeitiger Schnitt, gleichzeitiges Einbringen der Ernte ohne nennenswerte Wetterschäden, straffe Sortierung, sachgemäße Weiche und Mälzung sind die Bedingungen, unter denen dieses Ziel am ehesten erreicht wird. Sind Mischungen verschiedener Gerstenposten nicht zu umgehen, so ist besonders streng darauf zu achten, daß nur solche vermischt werden, welche in ihren Eigenschaften äußerer und innerer Art möglichst gleich bzw. ähnlich sind.

Die Blattkeimlänge für helle Malze soll kürzer gehalten werden, wie die für dunkle. Gilt für erstere in der Hauptsache eine Länge von $\frac{2}{3}$ — $\frac{3}{4}$, unter Umständen eine darüber hinausgehende, so für letztere eine solche von $\frac{3}{4}$ — $\frac{4}{5}$, auch wohl bis zu voller Kornlänge als erstrebenswert.

Körner von mürber Beschaffenheit besitzen ein niedriges, von weniger mürber bzw. harter Beschaffenheit ein hohes Hektolitergewicht. Bei ersteren liegt es im großen und ganzen in den Grenzen von 52—56 kg, bei letzteren zwischen 56—59 kg. Die Grenzen nach oben und unten können indes unter- bzw. überschritten werden.

Spitzenglasigkeit läßt erkennen, daß die Auflösung die Spitzenteile des Kornes noch nicht erfaßt hat. Von solchen Körnern soll ein Malz möglichst wenig enthalten. Ganz glasige sind harte Körner, die teils nicht zum Keimen gekommen sind, teils gekeimte mit sehr hohem Eiweißgehalt. Doch sind nicht alle Körner, welche nicht keimen, glasige Körner (Durchleuchtungsprobe).

Im Querschnitt soll der Mehlkörper gleichmäßige weiße, krümelige Beschaffenheit zeigen. Randglasigkeit ist ein Zeichen von Eiweißhärte an der Peripherie. Vollglasigkeit ist die Ausdrucksform für völlige Eiweißhärte. Sie kann sowohl bei ungekeimten, als auch bei gekeimten Körnern auftreten.

Glasigkeit in den Backen, namentlich in Verbindung mit gelblicher oder bräunlicher Verfärbung deutet auf Erhärtung durch Verschmelzung von Hemizellulose und Stärkekörnern bei hohem Zuckergehalt, und Bildung sog. Gummistoffe. Diese Härte wird auch Zuckerhärte genannt.

Bei kurz bzw. zu kurz oder gar nicht gewachsenen Körnern ist Glasigkeit und Härte allgemein in den verschiedensten Formen zu finden. Es ist das die sog. Rohhärte.

Als treffendstes Zeichen richtiger Weiche, richtiger Tennenbehandlung, guter Lösung und sachgemäßer Darrung ist die Mürbheit anzusehen. Das mürbe Korn ist zugleich das mehliges Korn, welches selten hohen Eiweißgehalt besitzt.

Zur Erkennung des Lösungsgrades bzw. des Anteils an harten, nicht oder unzureichend gelösten Körnern kann man sich auch der sog.

Schwimmethode unter Benutzung von Wasser bedienen. Doch läßt sie keine genaue Beurteilung zu. Als Schwimmflüssigkeit kann aber auch ein Gemisch von Tetrachlorkohlenstoff und Benzol¹⁾ in bestimmten Mischungsverhältnissen benutzt worden. Die gut gelösten Körner schwimmen, die schlecht bzw. gar nicht gelösten sinken jeweils unter. Durch Herstellung verschiedener Mischungen in verschiedenen Verhältnissen mit verschiedenen spezifischen Gewichten ist man imstande, die gradweise Lösung der einzelnen Körner zu ermitteln. Für Lagerbiermalze eignen sich Mischungen von spez. Gewicht 1; 1,1; 1,2, mit denen ein Malz der Reihe nach behandelt wird.

2. Chemische und physiologische Eigenschaften

Für die Beurteilung des Malzes in chemischer und physiologischer Hinsicht bedient man sich einmal der direkten Extraktion mit Wasser, sodann des durch Konvention vereinbarten Maischverfahrens. Daneben ist eine Untersuchung auf den Wassergehalt des Malzes notwendig.

Der Wassergehalt soll tunlichst niedrig sein, und möglichst wenig von dem des frischen abgedarrten Malzes abweichen. Nicht nur wirtschaftliche Momente sind es, welche dazu zwingen, die Wasseranziehung weitgehend zu verhüten, sondern auch besonders die Rücksichten auf physiologische Vorgänge, welche sich unter der Wirkung des erhöhten Wassergehaltes im Malzkorn bei der Lagerung vollziehen. Namentlich sind es Eiweißabbauvorgänge, welche einsetzen, sobald schon der Wassergehalt etwa 6% nahekommt.

Durch die direkte Extraktion wird der Gehalt an Zucker und löslichen Eiweißabbaustoffen, und der Gehalt an Diastase festgestellt. Den Gehalt an anderen Enzymen pflegt man nicht für die Beurteilung des Malzes zu ermitteln.

An Zucker enthält das Malz, bei welchem durch das Darren teilweise wieder eine Zerstörung stattgefunden hat, 7—9%; dabei steht das helle dem dunklen nach.

Der Eiweißgehalt würde der gleiche sein müssen, wie der der entsprechenden Gerste. Durch starke Abwanderung in die Wurzelkeime und durch Veratmung von Stärke findet indes eine Verschiebung der prozentualen Zusammensetzung des Kornes statt, durch welche bedingt wird, daß sich der Eiweißgehalt, auf Korntrockensubstanz bezogen, niedriger stellt, als in der Gerste, und um 0,1—0,4% zurückbleibt.

Ob aus Menge und Art der löslichen verschiedenen Stickstoffkörper sich verwertbare Momente für die Beurteilung eines Malzes ergeben können, ist mangels ausreichenden Analysematerials noch nicht sicher. Dagegen glaubt man insofern gewisse Beziehungen festgestellt zu haben, als bei den, nach dem üblichen Laboratoriums-

¹⁾ Henley, Journal of the Institut of Brewing 1928, 34, S. 223.

maisichverfahren hergestellten Würzen, das Verhältnis zwischen gelöstem Stickstoff und Formolstickstoff, sofern es sich innerhalb bestimmter Grenzen bewegt, Rückschlüsse auf den Lösungsgrad des Malzes zulassen soll. Bei normaler Lösung soll ein Verhältnis von gesamt-löslichem Stickstoff zu Formolstickstoff wie 100 : 28—33; bei gut und zu gut gelösten Malzen ein günstigeres; bei schlecht gelösten ein ungünstigeres Verhältnis bestehen. Ich selbst konnte so bestimmte Beziehungen noch nicht feststellen.

Helle Malze sind, obgleich sie auf kürzeres Blattkeimgewächs hin gemälzt werden, und beim Wachstum weniger *D i a s t a s e* erzeugen, diastasereicher als dunkle Malze, da sie beim Darren weniger davon verlieren als letztere. Der Diastasegehalt ganz lichter Malze liegt etwa zwischen 250 und 350 *L i n t n e r s c h e n* Einheiten, geht auch wohl darüber hinaus; bei weniger lichten Malzen zwischen 150 und 250; bei dunklen Malzen zwischen 80 und 150.

Der Diastasegehalt ist ein charakteristisches Merkmal für den jeweiligen Malztyp. Bei hohem Gehalt entstehen zuckerreiche Würzen und Biere mit hoher Endvergärung; bei niedrigem, zuckerarme Würzen mit niedriger Endvergärung. Dementsprechend lassen sich auch Bottich- und Ausstoßvergärungsgrade anpassen.

Durch das *M a i s c h v e r f a h r e n* ermittelt man die Schnelligkeit des diastatischen Abbaus, Läuterungsgrad, Farbton der Würze und Extraktergiebigkeit des Malzes.

Infolge des unterschiedlichen Diastasegehaltes verzuckern bzw. sollen lichte Malze schneller verzuckern als dunkle. Die *V e r z u c k e r u n g s - z e i t e n* ersterer liegen im allgemeinen zwischen 10 und 15 Minuten, bei dunklen sollen sie mindestens 25 Minuten betragen, doch nicht über etwa 40—45 Minuten hinausgehen.

Mürbe Malze liefern *s c h n e l l* laufende klare Würzen; unzureichend gelöste nicht klar laufende, und um so stärker getrübte, je schlechter gelöst sie sind.

Die *F a r b e n* der Würze bewegen sich in den Grenzen von 0,14 bis 2,0 ccm n/10 Jod, sollen letztere Grenze aber nicht überschreiten, da sie dann schon eine übermäßige Substanzzerstörung anzeigen und auf nicht erwünschten brenzlichen Rösteinschlag schließen lassen.

Hellste Malze für hellste Biere sollen keine höhere Farbe als 0,2 ccm n/10 Jod besitzen; dunkle, nach Münchener Art hergestellte, keine niedrigere als 0,6 bzw. 0,7 ccm, im allgemeinen auch über 1,2—1,5 nicht hinausgehen.

Für die Beurteilung des *E x t r a k t g e h a l t e s* ist das Malz auf zweierlei Weise zu schroten. Einmal als Feinmehl, sodann bei einer bestimmten Einstellung der Seckmühle als Schrot. Infolge der Feinmahlung liefert das Mehl einen höheren Extrakt als das Schrot, und zwar einen um so höheren, je schlechter die Lösung ist, während die Spanne zwischen

beiden Extraktzahlen sich um so mehr vermindert, je vollkommenere Lösung das Malz besitzt, und bei ausgezeichnete Lösung sogar verschwindet.

Mit Rücksicht auf Schaumbildung und -haltigkeit zieht die Praxis allermeist Malze vor, bei denen die Spanne nicht unter 0,6—0,7 liegt, lehnt andererseits Malze ab, bei denen die Spanne über 1,2 bzw. 1,5 hinausgeht, weil erfahrungsgemäß bei solchen Malzen, wenn nicht gerade die Verzuckerung verlangsamt wird, so doch die Läuterung Schwierigkeiten macht, die Treber sich leicht festziehen, die Hefe zu Staubform neigt, sich aus dem Bier schlecht absondert, auch das Bier im Lagerkeller sich zu langsam klärt, vielfach aber sich nicht genügend klärt, und oft genug sog. „weiße Biere“ entstehen, welche auch durch Filtration kristallklares Aussehen nicht erhalten.

Malze, bei welchen die Spanne unter 0,6—0,7 liegt, pflegt die Praxis allermeist insofern mit Mißtrauen zu betrachten, als man ihnen eine zu gute Lösung, Überlösung, zuschiebt, die zur Folge hat, daß die betreffenden Biere den erwünschten dichten, sahnigen, haltbaren Schaum vermissen lassen.

Wenn auch diese Ansicht vielfach vielleicht Gültigkeit beanspruchen darf, so treten meiner Erfahrung nach die Nachteile einer Überlösung nicht auf, wenn die gute Lösung durch vorsichtigste Kühlführung auf der Tenne zustande gekommen, und nicht zu weit geführt ist.

Besonders bei dunklen Malzen habe ich jahrelang schon die Erfahrung gemacht, daß man die Spanne fast auf Null herunterdrücken kann, und trotzdem imstande ist, Biere mit prächtigem, dichtem, haltbarem Schaum und kernigem, vollem Geschmack herzustellen.

Was die Höhe des Extraktgehaltes selbst anbetrifft, so ist dieselbe abhängig in erster Linie von der Gerste, sodann von dem Lösungsgrad des Malzes, und der Darrung. Helle Malze, für deren Herstellung man im allgemeinen edlere, stärkereichere, eiweißärmere Gersten verwendet, geben höheren Extrakt als dunkle Malze, für welche man keine so eiweißarmen, und keine so edlen Gersten aussucht. Erstere geben im großen und ganzen einen Extraktgehalt, auf Trockensubstanz berechnet, bei der Mehlanalyse von 79,0—80,5%, maximal bis 81,5; sogar bis 82%; dunkle im Durchschnitt von 77,0—78,5%.

Kapitel VII Farb- und Karamelmalz

A. Farbmalz

1. Herstellung

Aus den H u b e r schen Darstellungen ist schon zu entnehmen, daß die Babylonier nicht nur helle, sondern auch dunkle Biere brauten, und daß sie dazu geröstete Brote verwandten. Röstmalz als Farbmittel findet man dann wieder in der Literatur des Mittelalters. Brennhaufen gaben das geeignete Malz dafür her. Nach und nach bildete sich die Technik in der Herstellung von Röstmalz, Farbmalz, unter Benutzung passender Apparaturen mehr und mehr aus.

Eine der gebräuchlichsten Arten der Herstellung ist die, Darmmalz in Kugelbrennern (Abb. 107), welche während des Röstvorganges in Drehung gehalten werden, bei etwa 200° C bis zur ausreichenden Verfärbung zu rösten.

Statt des fertigen Darmmalzes läßt sich auch, und zwar noch vorteilhafter, halbfertiges, angedarrtes Malz verwenden, das infolge seines reichlichen Wassergehaltes die Fähigkeit erhält, in den ersten Abschnitten der Röstung, ähnlich dem Vorgang bei der Verflüssigung und teilweisen Verzuckerung bei der Herstellung des Karamelmalzes, einen, wenn auch nur geringen Teil der eigenen Stärke abzubauen. Das ist für die Erzeugung von aromatischen Röststoffen und die Bildung stark färbender Substanzen durch die Zersetzung von Zucker von wesentlicher Bedeutung; auch für die Entstehung der lockeren Beschaffenheit in dem aufgequollenen Korn.

Ein sehr einfaches, auch wirtschaftlich sehr vorteilhaftes Verfahren, das insgesamt nicht mehr als 2½ Stunden dauert, besteht darin, nicht Malz von der Darre weg, auch nicht Grünmalz, das schon Lösung angenommen hat, sondern Junghaufen-Grünmalz, welches eben Wurzeln getrieben hat, zu verwenden, und es direkt zur Röstung in die Trommeln, die sich besser eignen als Kugelbrenner, zu bringen.

Um dem fertigen Malz, das durch den Aufbereitungsvorgang ein rauhes, stumpfes Aussehen annimmt, eine gefällige, glänzende Oberfläche zu verleihen, gibt man ihm eine „Glasur“ aus Zucker, indem man vor der Beendigung des Röstvorganges eine Zuckerlösung in die Trommel einspritzt, oder nach vorhergehendem Einspritzen von Wasser gemahlenen

Zucker einschüttet, der bei der hohen Temperatur schnell zum Schmelzen gelangt, röstet, sich dunkel färbt, und dadurch zugleich auch dem Korn äußerlich neben der glänzenden eine noch dunklere Farbe verleiht.

Die bei der Röstung sich bildenden brenzlich-bitteren Stoffe sind nicht immer erwünschte Geschmacksstoffe, so daß man früh schon nach Mitteln

sann, um ihre Bildung einzuschränken bzw. sie zu beseitigen, wenn ihre Entstehung nicht verhindert werden konnte. Die Bildung in weitgehendem Maße zurückzuhalten, ist möglich, wenn die Röstung unter Vakuum vorgenommen wird. Die Stoffe, wenn sie sich gebildet haben sollten, was bei jedem gewöhnlichem Röstverfahren der Fall ist, zu beseitigen, ist nur in beschränktem Umfange möglich. Das gebräuchlichste Mittel dafür ist das Einspritzen von Wasser am Ende des Röstvorganges, was eine starke Dampfbildung zur Folge hat, wodurch bei Entspannung des Dampfes mit dem Abblasen desselben ein Teil dieser flüchtigen brenzlichen Stoffe mit fort geht.

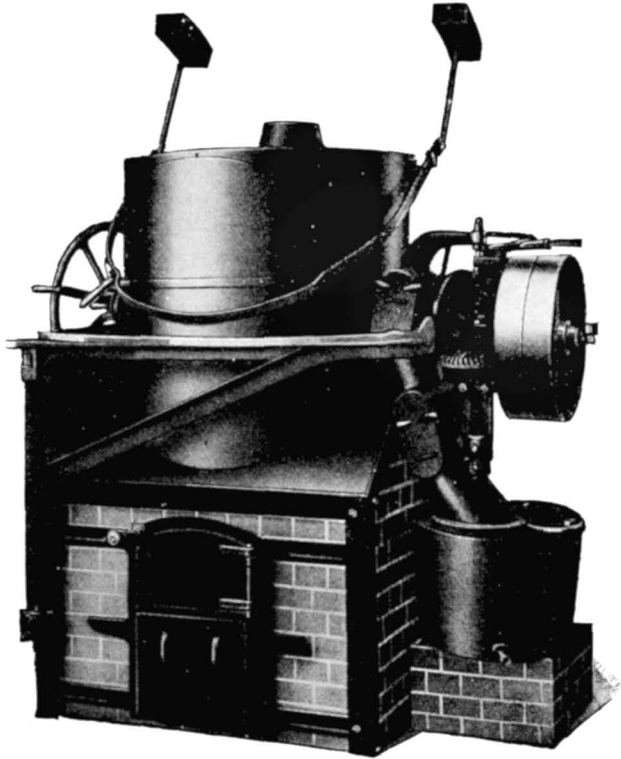


Abb. 107. Kugelbrenner

2. Beurteilung

Für die Beurteilung eines Farbmalzes kommt weniger die Höhe des Extraktgehaltes, wenn auch diese nicht nebensächlich ist, als die färbende Kraft und die Geschmacksbeeinflussung in Frage.

Der Extraktgehalt ist meistens niedrig, weil durch den Röstvorgang eine starke Substanzzerstörung stattfindet, und auch für die Herstellung gewöhnlich minderwertige, extraktarme Gersten bzw. Malze aus solchen, verwendet werden. Immerhin gibt es Farbmalze, welche mehr als 60% Extrakt liefern.

Das Färbungsvermögen soll ein möglichst hohes sein. Im Durchschnitt entspricht die Farbe der nach der üblichen Methode hergestellten Würze einer Farbtiefe von etwa 60—100 ccm n/10 Jod, was einem Farbentypus, (bezogen auf 100 g Extrakt, und ausgedrückt in n/100 Jod) von 7000—12 000 gleichkommt.

Doch auch Farbmälze mit geringerem Färbungsvermögen (30 bis 60 ccm n/10 Jod) werden nicht selten gern benutzt, da sie keinen so brenzlich bitteren Geschmack abgeben, den gerade stark färbende Farbmälze besitzen. Sehr geeignet zu deren Herstellung ist Junghaufenmalz.

Die Färbekraft, welche von der Rösttemperatur, der Röstzeit und dem Lösungsgrad des verwendeten Malzes abhängig ist, über eine gewisse Grenze hinaus zu steigern, verbietet sich mit Rücksicht darauf, daß einestheils der Verlust an Substanz vergrößert, andernteils aber die Bildung höchst unangenehm bitter-kratzig schmeckender Geschmacksstoffe veranlaßt wird. Die Extraktion dieser Stoffe beim Maischen zu verhindern, ist nicht möglich; nur sie etwas einzuschränken, ist man imstande, wenn das Farbmalz nicht mit dem Darrmalz zugleich eingemaischt, sondern gegen Ende des Maischvorganges erst der Maische zugesetzt, und auch nicht mit der Maische mitgekocht wird.

Durch die Verwendung von Farbmalz werden dem Biere neben der Zufärbung spezifische, röstaromatische, mehr oder weniger bittere Geschmacksstoffe verliehen, während die färbenden Stoffe den Schaum des Bieres in der Farbe nicht verändern; im Unterschied zu der Wirkung der Zuckerkulör und des dunklen Karamelmalzes, welche den Schaum gelb-bräunlich färben.

Für den Brauwert ist es ohne Bedeutung, ob das Äußere des Kornes matte und rauhe, oder glänzende Beschaffenheit zeigt, da letztere nur die Folge einer künstlichen Glasur ist, die nur gegeben wird, um das Malz für den Verkauf gefälliger herzurichten.

Zusammensetzung von Farbmälzen. (Nach Untersuchungen der V.L.B. und eigenen.)

Wassergehalt 5—10% ¹⁾

Extrakt in der Malztrs. 40—63%

Reduzierende Substanz (als Maltose berechnet) 16—24%

Farbe der Würze 30—120 ccm n/10 Jod

Farbentypus 3000—14 000

Bezüglich der allgemeinen Eigenschaften wären noch folgende Gesichtspunkte zu beachten: Farbmälze sollen einen Mehlkörper von kakao-brauner Farbe besitzen; höchstens 10% Körner mit schwarzem, glänzendem Mehlkörper enthalten, frei von tauben Körnern sein; möglichst wenig bittere und kratzig-brenzliche Geschmacksstoffe abgeben und möglichst hohen Extraktgehalt liefern.

¹⁾ Alle Werte abgerundet.

B. Karamelmalz

1. Herstellung

Malz zu karamelisieren, es einem teilweisen Verzuckerungs-, und darauffolgenden Röstvorgang zu unterwerfen, ist ein seit langem bekanntes Mittel, um röstaromatische, süße Geschmacksstoffe besonderer Art im Malzkorn zu bilden, und damit die Herstellung gewisser Biere, in erster Linie dunkler, aber unter Umständen auch heller Biere, mit einem bestimmten völligen, an gebrannten Zucker erinnernden, schwach süßen Geschmackseinschlag zu ermöglichen.

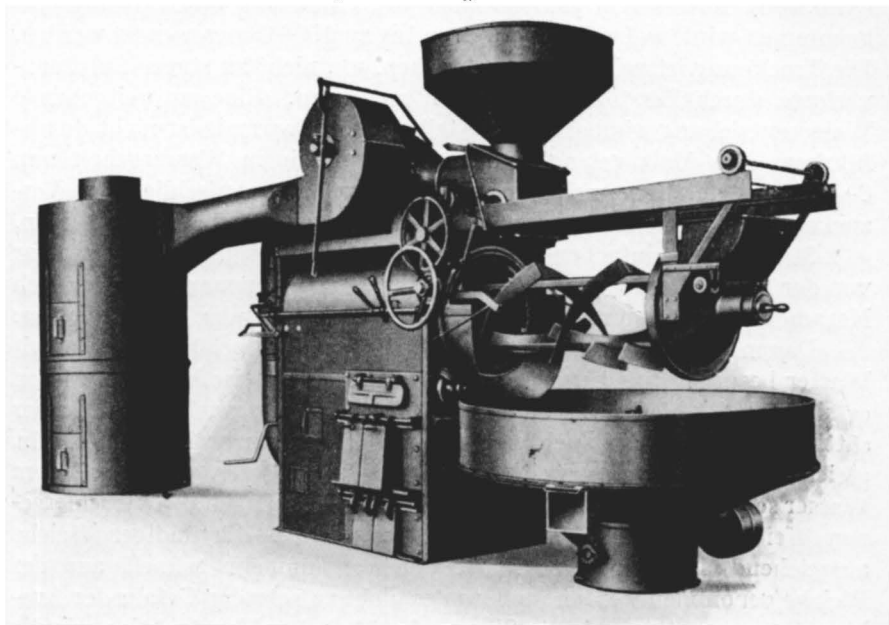


Abb. 108. Trommel-Röster (van Gülp)

Verschieden sind die Methoden, nach denen verfahren werden kann, um solches Malz zu erzeugen.

Die einfachste Art besteht darin, Grünmalz, welches schon zur Lösung gebracht ist, auf Horden festzutreten, um die Wasserverdunstung zurückzuhalten, und es über offnem Reisigfeuer zu erhitzen, wie es zum Teil in England üblich ist. Der Mehlkörper wird dabei in kurzer Zeit weich, flüssig, durchsichtig und süß, und röstet zu einer geschmolzenen, durchscheinenden, braun gefärbten Masse, die in einer stark aufgeblähten Spelze eingeschlossen ist.

Kommt es darauf an, eine möglichst weitgehende Aufschließung und Verzuckerung zu erreichen, so ist es zweckmäßig, Grünmalz mit ausgesprochen langem, wenn möglich schon durchgewachsenem Blattkeim zu

verwenden. Auch vorteilhaft, das Grünmalz zuvor, je nachdem einige Stunden bis einen Tag vorher, reichlich zu spritzen, um die Aufschließung durch die Wasseraufnahme zu fördern, und ein zuckerreiches Karamelmalz zu erzielen. Zum Zwecke der Aufschließung und Verzuckerung wird das Malz Temperaturen von 60—75° C, unter Abschluß des Dunstzuges zwecks Erhaltung der Feuchtigkeit, so lange ausgesetzt, bis vollkommen wasserhelle Verflüssigung des Mehlkörpers eingetreten ist, was innerhalb $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ Stunde zu geschehen pflegt. Als Aufnahmegefäß dient ein eisernes zylindrisches durch Koks zu erwärmendes drehbares Gefäß (Abb. 108), in welchem zugleich auch die Trocknung und Röstung vorgenommen wird, wobei Temperaturen bis zu 150° C angewendet werden. Die Trocknung ist zeitig zu unterbrechen, um nicht zu starke Substanzverluste durch Zerstörung entstehen zu lassen. Eine so weitgehende Wasserentziehung wie bei der Herstellung von Darrmalz ist nicht durchführbar. Das Malz gelangt immer noch mit einem Wassergehalt von 6—9% aus der Trommel. Der ganze Prozeß der Aufschließung, Verzuckerung und Röstung kann in 2—3 Stunden durchgeführt werden.

Statt dieser einfachen Verfahren, bei denen Grünmalz unmittelbar von der Tenne oder aus pneumatischen Anlagen genommen wird, läßt sich Karamelmalz auch aus gedarrtem Malz, z. B. in folgender Weise bereiten:

Darrmalz wird in mäßig hohen Beeten aufgeschüttet, öfter mit Wasser besprengt, und umgeschaufelt. In dieser Weise behandelt, kann es sich in 20—24 Stunden mit der Hälfte seines Gewichtes an Wasser sättigen. Man wendet auch wohl Weichstöcke an, in welchen das Malz, gleich wie die Gerste, geweicht wird. Um die Körner, welche auf dem Wasser schwimmen, unterzutauchen, werden die mit Hauben verschlossenen Weichen unter Druck gesetzt. Das nach 8—12stündiger Weiche ausreichend durchfeuchtete Malz, welches nunmehr schnell aus der Weiche genommen werden muß, um es nicht zu sehr der Gefahr der Auslaugung auszusetzen, wird in Trommeln, ähnlicher Konstruktion wie die der pneumatischen Mälzerei, unter periodischem Drehen und Stehenlassen einer mehrstündigen Behandlung mit Dampf, und dann mit warmer gesättigter Luft unterworfen, um die Stärke des Kornes aufzuschließen, wobei auch wieder Temperaturen von 65—75° C, auch wohl noch einige Grade darüber hinaus, zur Anwendung gelangen. Schließlich wird das aufgeschlossene, mit wasserheller, süßschmeckender Masse gefüllte Korn auf die Darre gebracht, getrocknet, und dann in Rösttrommeln schnell geröstet. Handelt es sich darum, nicht dunkles, sondern ganz liches Karamelmalz herzustellen, so unterbleibt die Röstung in den Rösttrommeln, und es erfolgt nur die Trocknung auf der Darre.

Das Rösten in der Rösttrommel ist ein starker Zerstörungsprozeß. Vor allem ist es der Zucker, der der Zerstörung unterliegt. Um diese tunlichst weitgehend einzuschränken, dürfen deshalb die Temperaturen über gewisse Grenzen nicht hinausgesteigert, muß aber auch die Dauer

der Röstung auf denkbar kürzeste Zeit eingeschränkt werden. Unter der Wirkung dieser Behandlung nimmt das Karamelmalz eine lichtbraune, mehr oder weniger glänzende Farbe, und ein stark aufgeblähtes Kornvolumen an. Das Innere des Kornes ist, abhängig von dem Grade der Aufschließung, mehr oder weniger zusammengesintert, braun bis schwarz, und mehr oder minder glänzend glasig. Es nimmt nur einen kleinen Teil des von der Spelze umschlossenen Raumes ein. Sind Körner einer zu starken Erhitzung ausgesetzt gewesen, so kann das bis zur Verkohlung führen, wodurch die sog. „tauben Körner“ entstehen.

2. Beurteilung

Das Karamelmalz besitzt im allgemeinen keine Diastase mehr. Allein vermaischt liefert es keine so hohe Ausbeute als beim Vermaischn mit Darmmalz, da es noch Stärke enthält, und diese erst durch die Darmmalzdiastase aufgeschlossen wird. Es besitzt einen hohen Gehalt an Zucker, wie überhaupt an löslichen Extraktstoffen. Je nach der Stärke des diastatischen und peptischen Abbaus kann der Extraktgehalt in der Malztrockensubstanz zwischen 40 und 60%, und der Zuckergehalt zwischen 30 und 50% schwanken. Von der Beschaffenheit der Gerste, welche zur Herstellung des Karamelmalzes verwendet ist, hängt es auch ab, welche Mengen an Extrakt unter der Wirkung des zugemischten Darmmalzes überhaupt gewonnen werden können. Werden z. B. hochwertigste Gersten, was aber nur seltener geschieht, auf Karamelmalz verarbeitet, so kann dieses Ausbeuten liefern, die nur wenig hinter denen von gutem Darmmalz zurückbleiben, im Unterschied zu den Farbmälzen, welche in erheblich geringerem Maße als Extraktbildner anzusehen sind.

Die Färbekraft der Karamelmalze kann eine sehr unterschiedliche sein, je nachdem Verzuckerungs- und Röstprozeß eingestellt wird. So schwankt die Farbe der Laboratoriumswürze bei dunklem Karamelmalz zwischen 3 und 18 ccm n/10 Jod, entsprechend einem Farbentypus (n/100 Jod, berechnet auf 100 g Extrakt) von 400—2400.

K a r a m e l m a l z (aus Analysen der V.L.B. und eigenen zusammengestellt)

	Für sich gemischt	Unter Zusatz von hellem Malz gemischt
Wassergehalt	5—10%	
Extrahierende in der Malztrockensubstanz .	40—60%	70—76%
Reduzierende Substanz als Maltose be- rechnet	30—50%	45—67%
Farbe der Würze, Karamelmalz dunkel	3—18 ccm n/10 Jod	
Farbentypus	400—2400	
Farbe der Würze, Karamelmalz hell	0,18—1,0 ccm n/10 Jod	
Farbentypus	24—130	

In allgemeiner Hinsicht müssen noch folgende Eigenschaften vorhanden sein:

Glänzende, hellgelbe bis bräunliche Spelze,
Aufgeblähtes Korn,
Gesinterter glasiger Kern,
Malziger, süßer, schwach bitterer Geschmack.

3. Zumaischmaterial

Das Karamelmalz wird mit großer Vorliebe als Zumaischmaterial für die Herstellung dunkler, schwachvergorener Biere benutzt, findet aber auch vielfach für die Herstellung heller Biere bei entsprechender Herabsetzung seines anteiligen Zusatzes Verwendung. Was es hierfür besonders geeignet erscheinen läßt, ist der Umstand, daß es durch seine eigenartigen süß-röstaromatischen, schwach bitteren Geschmacks- und Geruchsstoffe das Bier entsprechend beeinflusst und in seinen Eigenschaften bestimmt; daß es ein, wenn auch nur mäßig wirksames Farbmittel ist und zudem sich als Mittel erweist, in Bedarfsfällen die Vergärbarkeit der unter seiner Mitverwendung hergestellten Würze herabzusetzen und damit die Erzeugung schwach vergorener Biere zu begünstigen.

Die Anteile, in denen es neben hellem bzw. dunklem Malz vermaischt wird, richten sich nach den Erfordernissen, die an das betreffende Bier gestellt werden, und können unter Umständen, wenn es sich um helle Biere handelt, die nur einen geringen Geschmackseinschlag erhalten sollen, weniger als 2% betragen, unter Umständen aber auch sich auf 5—8% der gesamten Einmaischmalzmenge belaufen, wenn es gilt, starke Beeinflussung wie beim sog. Malzbier (Karamelbier) und Porter zu erzeugen, für die indes die geringe Farbkraft des Karamelmalzes zur Hervorbringung der ihnen eigenen tief dunklen Farbe nicht hinreicht, sondern beträchtliche Mengen Farbmalz mit verarbeitet werden müssen.

Die Karamelmalze, welche im allgemeinen keine wirksame Diastase mehr enthalten und aus eigener Kraft die eigene Stärke, welche sich in mehr oder weniger verkleistertem Zustand im Korn befindet, nicht verzuckern können, sind auf die kräftige Mitwirkung von (diastasehaltigen) Darmmalzen angewiesen, um die gesamte Menge an lösbar zu machenden Stoffen herzugeben. Dabei ist es aber neben dem Einfluß der Maischtemperatur und anderer Umstände von wesentlicher Bedeutung, in welchen Mengen das Darmmalz angewendet und welcher Art es ist. Weniger liegt diese Bedeutung in dem Umfang der Löslichkeit an sich als in der Art und dem Grad des Abbaues von Stärke und Eiweiß; und es ist deshalb nicht angängig, aus dem in einem Karamelmalz enthaltenen vorgebildeten Zucker Rückschlüsse abzuleiten auf die beim Vermaischen mit Darmmalz zu erwartenden Zuckermengen.

Wie einflußvoll auf die Höhe des aus dem Karamelmalz gewinnbaren Gehaltes an Zucker Art und Menge des mitvermaischten Darrmalzes ist, wird aus Versuchen ¹⁾ erkennbar, welche ergaben, daß im Unterschied zu der reinen Karamelmalzwürze, welche ohne Mitvermischung von Darrmalz hergestellt worden war und eine Vergärung von nur 20—35% gab, bei Anwendung von 90 Teilen Karamelmalz und 10 Teilen hellem Malz die Vergärung sich auf 54%, bei Anwendung von 80 Teilen Karamelmalz und 20 Teilen hellem Malz auf 62% und bei gleichen Teilen Karamel- und hellem Malz auf 71% stellte; während bei hellem Malz allein eine Vergärung von 78% entstand, also mit zunehmendem Zusatz von Darrmalz ein immer höherer Anteil an Zucker aus dem Stärkevorrat des Karamelmalzes gebildet wurde.

In gleicher Weise wirkt dunkles Malz, nur mit dem Unterschied, daß unter gleichen Verhältnissen das dunkle Malz infolge seiner schwächeren diastatischen Kraft wesentlich weniger vergärbaren Zucker aus dem Karamelmalz erzeugt als helles.

Ganz allgemein ist aus den Versuchen die Feststellung abzuleiten, daß die ursprünglichen Anteile an vergärbarem Zucker im Karamelmalz beim Zumaischen zu Darrmalz mehr und mehr durch Abbau der neben Zucker und Dextrin noch vorhandenen Stärke wachsen, aber nicht den Zuckergehalt von Würzen aus hellem oder dunklem Malz allein erreichen und um so mehr hinter diesen zurückbleiben, je mehr Karamelmalz und je diastaseärmeres Darrmalz verwendet wird.

Das Mitvermaischen von Karamelmalz bietet also die Möglichkeit, durch Erzeugung zuckerärmerer und dextrinreicherer Würzen Biere von niedriger Vergärung herzustellen und die Vergärung um so wirkungsvoller zu erniedrigen, je höher der Anteil an Karamelmalz gewählt wird und je schwächer die diastatische Kraft des benutzten Darrmalzes ist, und muß daher als besonders geeignet für die Herstellung von obergärigen Karamelbieren angesehen werden, die schon auf dem Bottich eine niedrige Vergärung besitzen sollen. Indes ist auch hier eine Grenze gezogen, die die Rücksicht auf die Hefe erheischt, deren Auftriebsvermögen mit zunehmender Verschiebung des Verhältnisses von Zucker zu Dextrin zuungunsten des Zuckers in immer stärkerem Maße gehemmt, und schließlich derart behindert wird, daß ein obergäriges Gärungsbild mit Hefenauftrieb nicht entsteht, die Hefe sich vielmehr wie untergärige zu Boden setzt.

¹⁾ F. Schönfeld, Wochenschrift f. Brauerei 1911, S. 371 ff.

Kapitel VIII

Weizenmalz

Verwendung von Weizenmalz in geschichtlicher Entwicklung

Weizen wurde schon neben Gerste in den frühesten Zeiten zur Bereitung von Bier verwendet. Die Babylonier benutzten ihn, ohne ihn anzukeimen; die Ägypter verwendeten ihn in gekeimtem Zustand. Durch die Jahrtausende hindurch blieb Weizen immer ein Rohstoff, dessen Verwendung nicht ausschließlich, sondern im Verschnitt mit Gerste stattfand. Erst in späteren Jahrhunderten tauchten reine Weizenmalzbiere auf, nachdem man auch dazu übergegangen war, den Weizen formgerecht zu vermälzen.

In den Beschreibungen des Klosters St. Gallen von Ekkhard¹⁾ wird das Mälzen von Weizen erwähnt. Später werden die Darstellungen schon eingehender. Muntz ist es vor allem, welcher genaue Angaben über Weizenmalz macht. Was er beobachtete, gilt auch vielfach für die Jetztzeit noch.

Wegen der feineren Struktur, welche den Weizen für die Bereitung feinsten Gebäcke geeigneter macht als Roggen, diente auch Weizen, bzw. Weizenmalz schon früh für die Herstellung besserer Biere, allerdings anfänglich nur im Verschnitt mit Gerstenmalz. Reine Weizenmalzbiere tauchten erst viel später auf, als man gelernt hatte, auch Weizen zu vermälzen. Immerhin standen die Weizenmalzbiere in der Bevorzugung voran, solange das untergärige Bier noch unbekannt war. Lange nahmen es die bayrischen Fürsten für sich allein in Anspruch, reine Weizenmalzbiere, sog. „Weißbiere“ herzustellen, die in Böhmen schon zu hoher Wertschätzung gekommen waren.

Allgemeine Bevorzugung fand indes irgendeines dieser Biere, wie es auch hergestellt wurde, ob ausschließlich aus Weizenmalz oder im Verschnitt mit Gerstenmalz, nicht. Immer blieben die Biere Sonderbiere kleinster Wirtschaftskreise. Auch jetzt ist es noch so. Und nur obgärig ist die Bereitungsart, wie es von jeher war.

Von all den vielen Sorten, die durch die Jahrhunderte hindurch in den verschiedensten Städten und Ländern gebraut wurden, haben sich nur einige wenige bis auf den heutigen Tag gerettet: das Grätzer Bier, ein Bier aus reinem Rauch-Weizenmalz, das Weizenbier

¹⁾ Nach R. Knoblauch, Braugeschichtliches aus dem alten Kloster St. Gallen 820.

Bayerns, ebenfalls ein reines Weizenmalzbier, aber ohne Rauchgeschmack, und dann das Berliner Weißbier, ein zum größten Teil aus Weizenmalz hergestelltes Bier.

Im Verschnitt dient Weizenmalz noch verschiedentlich zur Herstellung von anderen obergärigen Bieren, die indes ihre Eigenart anderen Faktoren verdanken.

Weichen

Im allgemeinen sind für die Behandlung des Weizens im Quellstock und auf der Tenne dieselben Gesichtspunkte maßgebend wie für die Behandlung der Gerste; doch sind wegen der Spelzenlosigkeit, der Bildung weniger zahlreicher und weniger Substanz enthaltender Wurzeln und damit im Zusammenhang stehender dichterere Lagerung der Körner im Haufen einige Abweichungen in der Behandlung geboten.

So darf der Weizen im Quellstock nur schwache Weiche erhalten; ein Überweichen ist strengstens zu vermeiden, da die nachteiligen Folgen noch schwerwiegenderer Art sind wie bei der Gerste. Das Korn soll nicht vollständig durchweicht sein, sondern noch einen kleinen undurchweichten Kern aufweisen. Der Mälzer hat seine praktischen Merkmale dafür. Die Schale soll beim Drücken des Kornes zwischen den Fingern unter knackendem Geräusch platzen, und eine Hand voll Körner beim schwachen Aneinanderreiben in der Hand einen knirschenden Ton geben.

Weizen wird im allgemeinen eher quellreif als Gerste. Die Weichzeit schwankt bei Anwendung der Kaltweiche bzw. der Warmwäsche je nach der Behandlung in der Weiche und der Beschaffenheit des Weizens zwischen 40 und etwa 70 Stunden. Bei Weizen mit niedrigem bzw. mittlerem Eiweißgehalt reicht unter üblichen Verhältnissen eine Weichzeit von 42—48 Stunden aus.

Mälzen

Bei der Tennenführung ist sorgfältig im Auge zu behalten, daß die Haufen kühl und dünn geführt, nicht zu oft gewendet werden und reichlich feucht bleiben.

Die Weizenkörner lagern sich, da sie keine Spelze tragen, dicht im Haufen, im Unterschied zu der mit Spelzen versehenen Gerste, welche eine sperrige Lagerung einnimmt. Die beim Wachstum erzeugte Wärme kann nicht so leicht abfließen. Sie staut sich an, und der Haufen wird schnell warm. Ihn niedrig halten, ist deshalb geboten.

Mit der Bildung der Wurzelkeime wird die Dichte der Lagerung gemildert. Die Sperrigkeit erhöht sich, führt aber nicht zu der Auflockerung wie bei der Gerste, da im Unterschied zu dieser statt der zahlreicheren krauseren, kräftigeren, mit reichlicher Substanz gefüllten Wurzeln, im allgemeinen nur drei entstehen, von denen eine gewöhnlich sehr lang vor-

schießt, die beiden anderen dagegen erheblich zurückbleiben. So wird der Stauung der Wärme im hohen Maße Vorschub geleistet.

Ein weiterer Grund für eine stärkere Erwärmung ist auch durch den meist höheren Eiweißgehalt des Weizens gegeben. Dazu kommt, daß infolge der kleineren Gestalt erheblich mehr Körner im Haufen liegen, und die größere Anzahl auch eine stärkere Atmung und höhere Wärme erzeugt.

Im Unterschied zu der Behandlung der Gerste ist ein oftmaliges Widern nicht vorteilhaft, weil das Wurzelgewächs große Empfindlichkeit gegen Stoß und Wasserverdunstung zeigt. Besonders gefährdet sind die oberen Schichten wegen der Wasserabgabe. Der Mälzer hat darum die größte Aufmerksamkeit darauf zu richten, daß ein Abtrocknen des Wurzelgewächses nicht eintritt. Kann er den Haufen nicht feucht genug halten, so muß er zeitig mit dem „Spritzen“ nachhelfen.

Das Wort aus Mälzermund, daß es leichter ist, Gerste zu mälzen als Weizen, hat volle Berechtigung. Es gehört schärfste Beobachtung, Umsicht und Erfahrung dazu, gutes, d. h. weder unzulänglich noch zu weit gelöstes Weizenmalz herzustellen.

Da der Blattkeim schon vielfach früh die Samenschale des Kornes durchbricht, und in säbelartiger Krümmung herauswächst, ist die Bildung von „Husaren“ keine dem Mälzer befremdliche Erscheinung. Sie stellt sich nach und nach bei fast allen Körnern ein, sobald der Blattkeim eine gewisse, etwa $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$ des Kornes betragende Länge und Spannung erhalten hat, um die dünne Schale zu durchbrechen.

Der Mälzer muß auch bedacht sein, daß die Blattkeime nicht zu lang werden, weil sie sonst beim Durchgang des Malzes durch die Putzmaschine abgebrochen werden, und in die Abfälle gelangen.

Bezüglich der einzelnen Arbeitsgänge bei der *Haufenführung* ist neben den übrigen, für die Mälzung in Betracht kommenden Faktoren vor allem die Beschaffenheit des Weizens von ausschlaggebendem Einfluß. Eine allgemeine Arbeitsordnung läßt sich nicht geben. Im großen und ganzen wird indes bei nicht eiweißreichen Weizen als Norm gelten können, daß in den ersten beiden Tagen der Haufen, der nur mäßig hoch aufgetragen werden soll (20—25 cm), alle 10—12 Stunden, am dritten und vierten Tage nach 16—18 Stunden gewidert werden muß; daß bei schwacher „Heftung“ am vierten bzw. fünften Tage schon Auflösung in ausreichendem Maße vorhanden ist, und der Haufen gezogen werden kann. Nur bei höherem Eiweißgehalt ist auf Auflösung erst am fünften oder sechsten Tage zu rechnen und zur Erreichung derselben ein angemessenes „Greifen“ meist nicht zu entbehren.

Ein Hinarbeiten auf buschige, kurze Wurzelkeime, wie es bei der Gerstenmälzerei vorteilhaft anwendbar ist, hat erhebliche Verzögerungen der Lösung zur Folge. Um diese als nutzlos zu umgehen, und die Lösung in glattem Verlauf zu erreichen, hat es sich erfahrungsgemäß als praktisch erwiesen, dem Haufen nach dem Arbeiten längere Ruhe zu gönnen,

um Wurzeln und Blattkeim zu kräftigerer Entwicklung zu bringen, und damit eine stärkere Auslösung zytatischer und diastatischer Enzyme herbeizuführen. Den Haufen indes übermäßig greifen zu lassen, ist nicht nur zwecklos, sondern wegen des unnütz erhöhten Stoffverbrauchs zu verurteilen.

Schwändung

Der Grundsatz wirtschaftlicher Arbeit und das Streben nach *Schwandeinschränkung*, soweit es nicht auf Kosten der Auflösung geschieht, muß auch bei der Weizenmalzbereitung in den Vordergrund gerückt werden. Beides läßt sich weitgehendst erreichen, wenn man eiweißreiche Weizen, die allerdings den weitaus größten Teil der Ernte ausmachen, von der Vermälzung ausschließt.

Das *Grünmalzkorn* soll nach erreichter Lösung möglichst volle, aufgequollene, abgerundete Gestalt besitzen, nicht kantig sein, kein hornartig durchscheinendes Aussehen, auch nicht an den oberen Spitzenenden, aufweisen. Es soll die den mehligten Körnern eigentümliche Beschaffenheit zeigen, die mit einer guten trockenen Auflösung verbunden, und daran zu erkennen ist, daß sich der Mehlkörper mit den Fingern leicht aus der Schale herausdrücken läßt. Bei glasigem, speckigem Weizen trifft man das weniger, dagegen sieht man viele Körner mit kantigen Flächen und hornartigem Aussehen, welches teils an den Spitzenenden, teils an der Rückenseite an den dem Blattkeim angrenzenden Stellen, teils aber auch an größeren Teilen des Kornes überhaupt hervortritt. Dem Korn fehlt die Rundung. Anstatt durchsetzt und geprallt von Poren und Kanälen, welche luftgefüllt sind und den Mehlkörper locker machen, lagern feste Eiweißmassen zwischen den Stärkekörnern, machen das Malz hart und verursachen infolge der Schrumpfung die stark eingesunkene, kantige Form.

Die *Schwändung* ist im allgemeinen geringer als bei der Gerste. Einmal ist die Wachstumszeit erheblich kürzer, und darum die Veratmung geringer. Sodann erzeugt das Weizenkorn weniger Wurzeln (3,0—3,3%). Zudem sind auch die einzelnen Wurzeln weniger massig, und entziehen dem Korn weniger Stoff zum Aufbau. Infolgedessen vermag auch der Weizen höhere Erträge an Malz zu geben, die natürlich je nach der Beschaffenheit und Behandlung in der Weiche und auf der Tenne schwanken können.

Gegenüber einem Durchschnittsschwand von 10—11% bei der Gerste, ist der Durchschnittsschwand beim Weizen auf 8—9% anzusetzen; günstigenfalls aber auch noch um 1—1,5% gleich wie bei der Gerste zu vermindern, wenn auf helles Malz hin gemälzt wird. An fertigem Malz werden normalerweise 80—82 Teile aus 100 Teilen Weizen gewonnen, wenn Weizen mit einem Wassergehalt von 14—16%, und Malz mit einem Wassergehalt von 4% zugrundegelegt wird.

Günstigere Bedingungen in bezug auf Wasser- und Eiweißgehalt vorausgesetzt, kann auch, gleich wie bei der Gerste, der Ertrag an Malz um 1—2% hierüber hinausgehen; bei ungünstigeren Verhältnissen, höherem Wasser- und Eiweißgehalt, entsprechend fallen. Dabei ist zu beachten, daß der Schwand, auf Darrmalz bezogen, dadurch sich etwas erhöht, daß ein großer, unter Umständen der größte Teil der Blattkeime mit den Wurzelkeimen zusammen durch die Putzmaschine abgeht.

Darren

Bezüglich des **Darrens** ist auch wieder zu beachten, daß das Grünmalz wesentlich dichter und fester liegt als das von Gerste, und daß es deshalb, um den Luftdurchgang nicht zu sehr zu hemmen, auf der Darre auch niedriger aufgetragen werden muß, daß aber sonst für das Wenden und die Temperatursteigerung und auch für die Darrzeit die gleichen Gesichtspunkte zu gelten haben wie beim Darren von Gerstenmalz.

Das fertige Malz und seine Beschaffenheit

Das **Malzkorn** soll als Zeichen guter, mehligter Auflösung und sachgemäßer Darrbehandlung einen weißen und lockeren Mehlkörper besitzen. Es darf weder hart sein, weder glasige Randbildung noch glasigen Kern, viel weniger noch vollständig glasigen Inhalt zeigen.

Die Gestalt soll möglichst abgerundet, gleichmäßig und voll sein. Körner mit kantigen Formen und eingedrückten Flächen sind Zeichen von glasiger resp. zusammengefallener fester Struktur des Mehlkörpers, die entweder daher stammt, daß das Malz auf der Darre zu schnell mit hohem Wassergehalt hohen Temperaturen ausgesetzt wurde, oder daß es auf der Tenne keine mehligke, sondern schmierige Auflösung erhalten hat. Solche Körner entstehen namentlich bei Verarbeitung von speckigen Weizen.

Beim Darren entstehen unter Umständen sog. „rote Körner“, doch ist die Ursache dafür nicht genau bekannt. Man weiß nur, daß sie nicht bzw. selten auftreten, wenn mürbes, aus mehligten Körnern her-rührendes Grünmalz vorsichtig unter reichlichem Luftzutritt gedarrt wird; daß sie aber in größerer oder geringerer Zahl entstehen, wenn von Anfang an gleich schnell hochgefeuert, und das nasse Malz längere Zeit höheren Temperaturen ausgesetzt wird; und daß besonders speckige Weizen dazu neigen.

Der Extraktgehalt kann den des Gerstenmalzes erheblich übersteigen. Schon im Durchschnitt ist er wesentlich höher, da das Korn keine Spelze besitzt, und somit einen erhöhten Gehalt an Stärke aufweist. Er beträgt bei einem guten Weizenmehl 83—85% auf Mehl-Trockensubstanz bezogen, kann aber maximal bis auf 86—87% hinaufgehen.

Wenn wie beim Gerstenmalz auch auf gute Lösung hingearbeitet werden muß, so ist doch Überlösung noch sorgfältiger zu vermeiden.

Nicht nur, daß sie zu schlechter Schaumhaltigkeit, sondern auch zu „kochender“ Gärung Veranlassung gibt, was in besonders auffälliger Weise beim Berliner Weißbier beobachtet werden kann.

Das Hektolitergewicht stellt sich im Mittel auf 60—62 kg, kann aber auch bis auf 66 kg steigen, und bis auf 58 kg fallen.

Das Tausendkorngewicht liegt im Mittel bei 32—35 g, und vermag nach oben bis auf 40—43 g zu steigen, nach unten bis auf 22 g, wie es beim Mälzen von russischem Weizen schon festgestellt worden ist, zu fallen.

Rein technisch betrachtet ist, was die Materialausbeute, sowie den Brauwert anbetrifft, die Verarbeitung von Weizen gegenüber Gerste, Durchschnittsverhältnisse zugrunde gelegt, infolge der geringeren Schwängung beim Mälzen und der höheren Extraktausbeute des Malzes vorteilhafter. Mittlere Werte in der Beschaffenheit der beiden Rohstoffe, sowie ihrer Malze und normale Verhältnisse bei der Verarbeitung angenommen, wird immerhin damit gerechnet werden können, daß aus 100 kg Weizen 4—6 kg Malzextraktstoffe mehr gewonnen werden, als aus Gerste.

Sachregister

- A.**
 Abdarren 167
 Abdarrtemperaturen 165, 196, 197, 198, 200, 202, 204, 207
 Abdarrzeit 202, 207
 Abfallgerste 5, 7
 Abräumen 86, 103, 104, 203, 220, 225
 Ackergeräte 95
 Ackern 93, 161
 Aktivierung 43, 57, 59, 145
 Albumin 60
 Albumosen 60, 73
 Aleurondiasiose 61
 Aleuronschicht 61, 69, 72, 73, 170
 Aldehyde 153
 Alkaliweiche 38, 43, 45, 230
 Alkaliphosphat 67, 70, 74
 Alkohol 39, 117, 153
 Althausen 78, 106
 Amerikanische Mälzerei 93
 Amide 59
 Aminosäuren 57—60, 69, 72, 74, 167, 169, 170
 Ammoniak 35
 Amylase 61
 Amylopektin 68
 Amylophosphatase 68, 74
 Anbaugelände 39, 105, 199
 Ankeimung 42, 44, 53, 54
 Anorganische Salze 55
 Anoxydiontisch 57
 Angstschweiß 80
 Apparatedarren 214, 224
 Aromatisierung 151, 165, 167, 195, 197, 202, 214, 223, 224, 230
 Atemnot 54
 Äther 39
 Atmosphärische Einflüsse 1, 2, 105
 Atmung (Weiche) 31, 34, 37, 38, 50—52
 Atmung (Tenne) 65, 73, 78, 79, 85, 89, 91, 93, 106, 114—117
 — (Pneumatische Anlagen) 129, 132, 143, 149, 152, 153, 161, 163
 Auflockerer (Aufreißer) 95, 96, 161
 Ausbreiter 99, 104
 Ausgeglichenheit 75
 Außentemperatur 86
 Ausweichen 86, 102, 104
- B.**
 Balling, Weichverfahren 33
 Bauchfurchen 61
 Bayrische Darre 173, 174
 Bayrisches Darrverfahren 196
 Bebrausen 16, 17, 20, 34
 Befeuchtungsturm, siehe Kühlturm
 Behr, Trommel 127
 Belüftungsanlagen 85, 130
 Bergmüller, Weiche 27, 28, 32
 Bernreuter, Weiche 22
 Bernsteinsäure 57, 70, 74
 Betäubung 54
 Bier, siehe Lagerbier
 Bierbrote 173, 236
 Biertypen 2
 Bitterstoffe 36, 49, 55
 Blastolipase 69
 Blattkeimbildung 39, 40, 42, 43, 45, 47, 59—63, 66, 73, 79, 81, 87, 90, 91, 104, 112, 144, 161, 234, 239, 248
 Blattkeimlänge 82, 83, 109, 160, 201, 231, 232, 246
 Blaulicht 85—87, 160
 Böhmisches Bier 201
 — Darrverfahren 110, 196
 — Mälzungsverfahren 109
- Böhmisches Weichverfahren** 33
 Bothner, Nebelapparat 122
 —, Weiche 20, 33
 Brauereimälzerei 94, 157
 Brauwert 45, 238, 249
 Brechhausen 77, 78, 92, 95, 96
 Brennhäufen 77, 106, 151, 236
 Brüne-Darre 182, 183, 186, 210, 223
 Bürstenwalzen 8
 Buttersäure 38
- C.**
 Chlorkalk (Weiche) 39
 Chlorophyllbildung 87
 Cyklon 9, 10
- D.**
 Dampfdarren 186, 187, 223
 Darren 165—224, 232, 233, 240, 248
 Darranlage (-bau) 173, 174, 179—186, 194, 197, 198, 222, 224
 Darresel 225
 Darrführung 194, 195, 200, 201, 206, 223
 Darrleistung 87, 176, 203, 205, 206, 220, 224
 Darrmalz 152, 167, 170, 173, 236, 238, 240, 242, 243, 248
 Darrtemperatur 165, 172, 183, 195, 198, 200, 204, 207, 211, 248
 Darrtrommel 125, 126, 162, 214, 236, 240
 Darrverlust 152
 Darrwender 189, 190, 197, 248
 Darrzeit 169, 183, 198, 201—203, 205—207, 224, 248
 Denaturierung 168, 170
 Denuklein 60

- Dextrin 243
 Dextrose 167
 Diagramme 196, 200, 206 bis 212
 Diastase (Weiche) 49, 50
 — (Mälzen) 58, 61, 62, 64, 68, 72, 73
 — (Darren) 165, 166, 168, 170, 200, 202
 — (Lagern) 225
 — (Karamelmalz) 241.
 Diastaseanlage 63 [242
 Diastaseerzeugung 63, 108
 Diastasegehalt 63, 222, 234
 Doornkaat, Weiche 22, 23, 42, 54
 Doppeldarre 176
 Doppelpflug 93, 96
 Drahtgeflechtmantel 118, 161
 Drahtorde 188, 189
 Drahtspirale 5
 Dreihordendarre 179 bis 185, 191, 193, 195, 203 bis 206, 210—213, 222 bis 224
 Dreischar 95, 96
 Dreistich 76—78
 Druckluftschlauchfilter 9
 Druschbeschädigungen 48, 176, 231
 Dunkles Malz, siehe Münchener Malz
 Dunstschlot 174, 178, 192, 204, 205, 213, 220, 223, 224
 Durchleuchtungsprobe 232
- E.**
- Edestin 60
 Einbettungsmassen 60
 Einenkel, Darre 180, 181
 Einhordendarre 174, 175, 205
 Eiweiß 43, 58, 62, 73, 166, 172, 222, 242, 247
 Eiweißabbau (Weiche) 50
 — (Mälzen) 57, 60, 90, 104, 107, 108, 110
 — (Darren) 168, 170, 222
 Eiweißgehalt 40, 73, 201, 233, 245, 246, 248
 Eiweißhärte 172, 222, 232
 Embryo, siehe Keimling
 Endloses Band 214
 Endosperm 50, 57, 61, 62, 64, 65, 66, 69, 87, 104, 170, 230, 231
- Englische Darre 174 bis 176, 222, 223
 — Horde 188, 189
 — Mälzerei 91, 93, 106
 Englischer Pflug 96
 Englischs Weichverfahren 33
 Entgranner 3, 7, 10
 Entkeimen 75
 Entkeimungsmaschine 225, 231
 Entlüftungsanlagen 85
 Entstaubungsanlagen 9
 Enzyme 40—54, 57 bis 72, 165—172
 — Amylase, siehe Amylase
 — Blastolipase, siehe Blastolipase
 — Diastase, siehe Diastase
 — Ereptase, siehe Ereptase
 — Glyzero - Phosphatase, siehe Glyzero-Phosphatase
 — Invertase, siehe Invertase
 — Kinase, siehe Kinase
 — Lichenase, siehe Lichenase
 — Lipase, siehe Lipase
 — Nukleotidase, siehe Nukleotidase
 — Oxydase, siehe Oxydase
 — Pepsinase, siehe Pepsinase
 — Peptase, siehe Peptase (Peptiase)
 — Peroxydase, siehe Peroxydase
 — Phosphatase, siehe Phosphatase
 — Phytase, siehe Phytase
 — Propektinase, siehe Propektinase
 — Protease, siehe Protease
 — Proteolytische, siehe proteolytische Enzyme
 — Saccharo-Phosphatase, siehe Saccharo-Phosphatase
 — Spermatolipase, siehe Spermatolipase
 — Tryptase, siehe Tryptase
 — Zytase, siehe Zytase
- Enzymschädigungen 225, 227
 Epithelschicht 50
 Erdalkaliphosphat 67, 70, 74
 Ereptase 73
 Erstickungsgefahr 54
 Ester 117, 153
 Etagendarre 214
 Ewert, Pflug 96
 Exhaustoren 192, 193
 Extraktgehalt, Malz 234, 235, 237, 238, 241, 248, 249
- F.**
- Farbe (Malz) 230
 Farbentiefe, Würze, 234, 238, 241
 Farbentyp 238, 241
 Farbmaltz 236, 237, 238, 242
 Farbstoffe 43, 49, 108, 165, 167, 169, 194, 195, 202, 222
 Fett 58, 69, 74
 Feuchtigkeitsanziehung (Lagern) 226, 227, 229
 Feuchtigkeitsgrad, Malz 140
 —, Raumluft 140
 —, Tennenluft 111, 112, 113, 115, 140, 160, 161
 Feuergase 177
 Feuerraum 174, 205
 Fieberzustand 79, 80
 Flachgerste 28
 Flachschar 95
 Forcieren 27, 59, 88—91, 93, 160
 Förderungsanlagen 156, 226
 Formaldehyd 39
 Formolstickstoff, Gerste 61
 —, Malz 61
 —, Würze 234
 Freund, Trommeln, siehe Galland-Freund
 Fruchthaut 57
 Fusarium 230
- G.**
- Galland - Freund - Trommeln 111, 118—121, 125, 127, 131, 134, 135, 139, 144, 162, 163, 214
 Gebäudedarren 173, 215
 Gerbstoffe 36, 49, 55
 Germania, Darre 180
 —, Weiche 23, 24, 42

- Gerste, Beschaffenheit u.
 Art 47, 151
 —, nackt 46
 Gerstenkorn, Längs-
 schnitt 64
 —, Querschnitt 65
 Gerste, Reinigungsan-
 lage 1, 2, 11, 12
 —, Reinigungsverfahren
 3
 —, Sortierung 1, 2, 5
 —, Sortierungsanlagen 2
 —, Sortierungsverfahren
 3
 —, Waschmaschine 18
 Geruchsstoffe 38, 110,
 142, 164, 230, 242
 Geschmacksstoffe 49, 108,
 199, 235, 237—239, 242
 Gewächs 59, 66, 73, 74,
 77, 81, 82, 90, 94, 106,
 111, 115, 116, 135, 138,
 141, 150, 154, 163, 169,
 Giftstoffe 38 [191]
 Gips 49
 Gipswässer 36
 Glanz 230
 Glanzfeinheit 89
 Glasigkeit 60, 73, 171,
 172, 176, 232, 247, 248
 Glasur 236, 238
 Gleichmäßigkeit 1, 2, 75,
 84
 Glyzero-Phosphatase 68,
 74
 Grätzer Bier 244
 Greifenlassen 90, 91, 104,
 106, 108, 161, 246
 Greifhaufen 96, 97
 Greiferwender 191
 Großwender 97, 98
 Gruber, Trommel 119,
 126, 127, 134, 162
 Grünmalz 35, 66, 74—76,
 82, 83, 106, 108, 114,
 134, 136, 147, 149, 151,
 165, 167, 169, 179, 191,
 222, 236, 239, 240, 248
 van Gülpen, Trommel-
 röster 239
 Gummistoffe 171, 222,
 230, 232
 Gurkengeruch 38, 159
- H.**
 Halbe Körner 231
 Handelsmälzerei 92, 94,
 157, 159
 Hartmalz 90, 115, 170,
 172, 175, 183, 199, 202,
 222, 224
- Hartschalig 86
 Haßlacher, Weiche 22
 Haufenführung 37, 39,
 41, 59, 60, 66, 67, 73,
 75—81, 83, 87, 89, 91,
 93, 105, 106, 108, 110,
 113, 116, 147, 150, 159,
 160, 168, 206, 232, 235
 245, 246
 Haufenheften 82
 Haufentemperatur 60, 63,
 80, 82, 92—94, 108,
 109, 112, 114, 116, 151,
 161
 Hausschild, Weiche 18
 Hefe, 45, 231, 235, 243
 Heißluftdarren 173, 223
 Heißweiche 41—45, 54
 Heizapparate, siehe Ka-
 loriferen
 Heizgase 174, 192, 223
 Heizraum 174, 192
 Heizsystem, Burckhardt
 177, 178
 —, Einenkel 179
 —, Engelhardt 176
 —, Hanner und Hering
 179, 223
 —, Riedinger 179, 223
 —, Steinecker 179, 223
 Heizwert 204
 Hektolitergewicht 84, 232,
 249
 Helles Malz 109, 150, 151,
 161, 165, 169, 174, 192,
 195, 198, 204, 206, 222
 223, 232—235, 242, 243
 Hemialbumosen 60
 Hemizellulose 61, 65, 66,
 72, 73, 166, 172, 222,
 232
 Hetzel, Darre 182—184,
 186, 193, 223
 —, Wärmestauvorrich-
 tung 194, 223
 Hexosane 65
 Hexosen 65, 73
 Hitzeüberfall 46, 47
 Holzverschlüge 227
 Hopfenbiere 109, 198,
 201, 202
 Horde (pneumatische An-
 lagen) 119, 126, 134,
 136, 142, 162
 —, obere 167, 169, 176,
 179, 191, 195—97, 204,
 207, 213, 222, 223
 —, mittlere 213
 —, untere 167, 176, 179,
 195—97, 207, 213, 222,
 223
- Hordenbauart 173, 187
 bis 189, 223
 Hordengröße 183, 205
 Hordein 60
 Huminkörper 49
 Humussubstanzen 1
 Husaren 40, 246
- I.**
 Intramolekulare Atmung
 117, 153, 161, 164
 Invertase 65, 73, 165,
 167
 Invertzucker 65, 66, 73,
 167
- J.**
 Jahn, Darre 179
 Jahrgangserscheinungen
 106
 Jalousie-Darre 214
 Jalousie-Haube 192, 223
 Jalowetz, Pflug 93, 96
 Junghaufen 76, 78, 90,
 92, 96, 236
- K.**
 Kaliumphosphat 50, 166
 Kalkanstrich 85—87, 160
 Kalkmilch 37, 119
 Kalksaccharat 166, 170
 Kalkweiche (-wasser) 36
 bis 39, 41, 45, 49, 55,
 106
 Kaloriferen 176—178,
 194, 223
 Kälteschutz 87
 Kaltführung, siehe Hau-
 fenführung und -tem-
 peratur
 Kaltluftzüge 177, 182,
 184, 185, 191, 193, 225
 Kaltweiche 39—41, 54,
 55, 245
 Karamelbier 242, 243
 Karamelmalz 236—243
 Kastengröße 137, 155
 Kastenhöhe 137
 Kastenmälzerei 116, 119,
 135, 136, 138, 153, 163
 Kehlheimerplatten 84
 Keimabfälle 150, 152, 174,
 176, 195, 225
 Keimenergie 64, 85
 Keimfähigkeit 15, 37, 39,
 86
 Keimgut 32, 111, 125,
 132, 135, 154
 Keimkästen 130, 134, 136,
 142, 143, 147, 148, 155,
 156, 203

- Keimling 3, 38, 40, 44, 50, 53, 54, 61, 62, 64, 65, 69, 72, 78, 165, 231
 Keimlingsdiastase 61
 Keimung 20, 21, 31, 32, 36, 40, 71, 75, 85, 130, 132, 143
 Keimzeit, (-dauer) 27, 71, 73, 82, 89, 91, 109, 112, 130, 137, 140, 160
 Kies 84
 Kinase 59
 Kleinpflug, elektrisch 97
 Klima 105
 Klosterwesen 74, 244
 Koagulierung 168, 170
 Kochende Gärung 249
 Kochmaische 202
 Koferment 59
 Kohlehydrat 55
 Kohlensäure 26, 27, 31, 32, 34, 35, 38, 50, 53, 78, 85, 93, 94, 114, 116, 128, 130, 143, 145
 Kohlensäureatmosphäre 54, 143, 144, 163
 Kohlensäuregehalt 51, 52, 115—117, 131, 146, 154
 Kohlensäurerastverfahren (-stauung) 31, 32, 51, 113, 116, 143, 151, 153, 154, 161, 164
 Kohlensaurer Kalk 49
 Kornform 230, 248
 Korngröße 46, 62
 Kornzustand 60
 Körtingsche Streudüsen 122
 Kropf-System 135, 143, 148, 149, 163, 164
 Krümmer 93, 95
 Kubelka, Darre 182, 223
 Kugelbrenner 236, 237
 Kühlturm 120, 121, 126, 127, 129, 155, 162
 Kühlung, künstliche 85, 110—113, 144, 155, 156, 159, 160
 Kumpfmüller, Weiche 22
 Kunstbasalt 84, 160
 Kurzdarren 200, 224
 Kurzmalz 82, 88, 115, [172, 231
 L.
 Lacambre-Trommel 118, 126, 127, 161, 214
 Lagerbier 82, 87, 91, 231, 235
 Lagerung 40, 75, 118, 225—227, 233
 Langdarren 201
 Lange, Lüftungsapparat 24
 Lapp-System 136, 143
 Laufkatzen 97
 Laugenbehandlung 24 37, 49, 55, 106
 Läuterung 235
 Lävulose 167
 Leimboden 84
 Leicht-Vaihingen, Anlage
 Lichenase 65, 73 [121
 Lichthart 86
 Lichtkeime 85
 Lintnersche Einheiten 234
 Lipase 58, 69, 74, 165
 Lipaide 62
 Lösung 36, 40, 44, 47, 75, 79, 83, 91, 94, 104, 106, 112, 115, 116, 130, 140, 147, 150, 167, 169, 199, 201, 231, 235, 236, 239, 246, 248
 Lösungskästen 144, 146, 149, 155, 163.
 Luftabschluß 51, 144
 Luftanfeuchtungsrichtung 118
 Luftdarre 175
 Luftgeschwindigkeit 133
 Luftkammer 216—219
 Luftmalz 83, 175
 Luftmenge 131, 132, 140, 153, 162, 166, 186, 192, 195, 204, 224
 Luftmischkammer 178, 183, 192, 193, 223
 Lufttemperatur 122, 129, 132, 133, 186, 196
 Lüftungsanlage (-vorrichtung) 21, 24, 191, 205, 223
 Lüftungskanäle, freiliegend 123, 131, 162
 Lüftungsrohr 16, 19
 Lüftungszeit 34, 53, 54
 Luft, wasserdampf gesättigt 110, 121, 122, 128, 134, 137, 139, 140, 147, 156, 162, 163, 213
 Luftwasserweiche 15, 33, 37, 53, 92
 Luftzufuhr 31, 41, 44, 51, 54, 72, 83, 118, 145, 153, 176, 193, 205, 224
 M.
 Macheleidt, Untersuchungen 49
 Magnesiumphosphat 166
 Magnet 1, 7, 10
 Mais 15
 Maischen 75, 110, 202, 233, 234, 238, 242
 Maltose 238
 Malz, hell, siehe helles Malz
 Malzart (-typ) 55, 104, 108, 161, 165, 187, 194—196, 220—224
 Malzausbeute 89, 151, 152, 213, 241, 247 248
 Malzbier 242
 Malzeigenschaften 230, 231, 248
 Malzgewölbe 75
 Malzkammer 218—220
 Malzkeime, siehe Keimabfälle
 Malzkühlvorrichtung 226
 Malzpflug, siehe Pflug
 Malzschaufel 91, 93 bis 97, 117, 129, 154, 161
 Malzschichthöhe 194, 195, 200, 205, 206, 213, 214, 246, 248
 Malzwendeapparat 96
 Mälzereianlage 56, 164
 Mälzungsart (-methode, -verfahren) 27, 59, 92, 108, 109, 149, 150, 156
 Mälzungsschwand 34, 73, 86, 91, 113, 116, 117, 143, 149, 150—166, 247 bis 249
 Mantel, durchlocht 17, 119, 127, 130, 134, 143
 —, fest 119, 130, 134, 162
 Mantelkanäle 123, 162
 Mautner, Trommel 119
 Mehlkörper 48, 113, 134, 172, 175, 198, 225, 232, 238, 239, 247, 248
 Melanoidine 169
 Mikroben 3, 35, 38
 Milchsäure 57, 69, 70, 74
 Mineralstoffgehalt 1, 35
 Mischvorrichtung 21, 24
 Mitochondrien 62, 69, 72
 Monokaliumphosphat 166, 170
 Moufang Verfahren 38, 42
 Muger-System 135—140, 163
 Mulde, siebartig 16, 17
 Münchener Bier 36, 47
 — Malz 36, 47, 71, 108, 150—153, 161, 165 bis 169, 174, 178, 192, 195,

198, 204, 211, 212, 222,
223, 232—235, 242, 243
Mürbheit 82, 83, 91, 104,
107, 134, 144, 171, 175,
198, 232
Mürbmalz 90, 170, 222,
[234

N.

Nachlesetieur 10
Nachlösungskasten 149
Nachreinigung 1
Nachweiche 14, 33, 128
Nackte Gerste 46
Naßhaufen 38, 44, 76
bis 79, 89, 92, 95, 127,
Natronlauge 38 [128
Natürliche Wässer 35
Nebelapparate (-bildung)
122, 128, 129, 135, 144,
162
Nebengärungserscheinungen 117
Nehrlich, Darre 179
Nektar 173
Niederländische Darre
Niederschläge 46 [174
Notreife 46, 62
Nowack, Darre 179
Nukleotidase 68, 74

O.

Organische Verbindungen,
Abbau 166
Österreichische Brauereien 201
Oxybiontisch 57
Oxydase 57, 141, 165,
Oxydation 57, 64 [231

P.

Papperitz, Darre 179
Pattermann, Weiche 20,
Pektin 65, 72 [33
Pentosane 49, 65
Pentosen 65, 73
Pepsinase 58, 73
Peptase (Peptidase) 59,
73
Peptischer Abbau 168,
200, 222, 241
Peptone 60
Peptonisierung 230
Peroxydase 57
Persac, Trommel 118, 214
Personalbedarf 155, 156,
164
Pfeifen 177, 181, 192,
194
Pflug, elektrischer Kleinpflug 97
—, — Großpflug 97—103

Pflug englisch 96
—, Ewert 96, 97
—, doppelt 93, 96
—, Jalowetz 93, 96
—, Volland und Francke
96, 97
Pflügen 93, 104, 113, 129,
154, 161, 164
ph und ph-Zahlen 58, 59,
69—72, 74, 170, 222
Phosphatase 58, 66, 67,
74
Phosphate 71, 72, 166,
Phosphatide 62 [170
Phosphorproteine 67, 74
Phosphorsäure 58, 66,
67, 70, 74, 170
Photokatalytische Stoffe
86

Physikalische Zusammen-
setzung 40, 45, 46,
55, 105, 165, 214, 230,
231

Physiologische Zusammen-
setzung 40, 50, 105,
165, 214, 231, 233

Phytase (Phytin) 68, 74
Pilsener Bier 36, 47, 59
— Darrverfahren 110,
196, 200

— Malz 36, 47, 109, 168,
200, 202
— Mälzungsverfahren
109

Plandarren 173, 205, 216,
Plansortierer 6, 7 [224

Pneumatische Anlagen
110, 118, 123, 128, 138,
155—157, 161, 164, 240

Poliermaschine 225, 230

Polypeptide 167, 169

Porter 242

Propektinase 65, 73

Propellerpflug 96, 97

Propellerweiche 25

Propeptone 60

Protease 58

Protein-Phosphorsäure
67, 74

Proteolytische Enzyme
50, 57—60, 63, 69, 73,
109, 165, 168

Proteosen 60

Putzmaschine 246, 248

Qu.

Quellreife 15, 20, 45, 46,
48, 55, 57, 78, 245

Quellstock, siehe Weichstock

Quiri, System 135

R.

Rauchdarre 175
Raumbedarf 155, 164
Richards Untersuchungen 36

Reifegrad 40, 62

Reinicke, Weiche 17

Reinigungsanlagen 2, 10

Reinigungsarbeiten 23, 32

Reinigungsmittel 17

Reinigungsverfahren 3, 35

Reinigungswirkung 42, 45

Reischlarre 176

Reserveeiweiß 172

Rieseldarre 214

Rohfruchtgeschmack 75,
82

Rohhärte 173, 222, 232

Rohrzucker 64—66, 73,
167

Röstaroma 66, 87, 108,
165, 169, 194, 195, 199,
222, 236, 238, 239

Röstbrote, s. Bierbrote

Rösthorde 179, 183

Röstmalz 236

Rührwerke 16, 18, 127

Rütteldarre 214

S.

Saccharate 166, 170

Saccharo-Phosphatase 68,
74

Saladinkästen 111, 135
bis 139, 143, 144, 147,
155, 163

Saladin-Prinz, Anlage
121

Salpetersäure 35

Samen 85, 86

Samenschale 46, 57, 246

Satteldarre 173, 174

Sau 174—178, 181, 184,
185, 192, 194

Sauerstoff 14, 53, 54, 58,
59, 89, 117

Sauerstoffatmung 117,
145, 153, 154, 163

Saug-Schlauchfilter 8, 9

Saugvorrichtung 225, 231

Säurebildung 69, 117, 153

Säuerungsorganismen 38,

Seckmühle 234 [55

Seyfferts Versuche 36

Siebartige Mulde 16, 17

Siebboden 16, 19, 28

Siemens, Weiche 20

Silo 225—228

Soda 38

Söding, Weiche 26

Solnhöfer Platten 84, 160

- Somloweiche 41
 Sortieranlagen 2
 Sortierungsverfahren 3, 40, 232
 Sortierzylinder 4, 5, 8, 10
 Spaltpilzgärungen 37, 39,
 Spatzen 95 [42]
 Speckigkeit 46, 60, 73, 248
 Spelze 35, 38, 46, 48, 49, 68, 87, 175, 225, 229 bis 231, 245, 248
 Spermatolipase 69
 Spitzhaufen 77, 78, 95
 Spitzmalz 113
 Spritzen 33, 77, 88, 90, 91, 119, 160, 246
 Sprungdarrung 186
 Substanzeinsparungen 39, 42, 151
 Substanzverzehr 81, 83, 91, 104, 106, 152, 155, 161, 164, 238, 240, 247
 Substanzzerstörungen 50, 145, 234, 237
- Sch.**
 Schädlinge, tierische 227, 228
 Schaufel, siehe Malz-schau-fel
 Schaufelwender 102, 104, 136, 190, 191, 223
 Schaumkraft 59, 90, 91, 109, 235, 249
 Scheibendarre 214
 Scheibenseparator 4
 Scheintotperiode, siehe tote Tennenperiode
 Schieber 93—97
 Schilcher, System 135
 Schildchen 50, 61, 62, 170
 Schimmel 3, 34, 36, 37, 39, 40, 42, 48, 55, 79, 85, 108, 110, 112, 230
 Schlauchdarre 176, 223
 Schlauchfilter, s. Saug-Schlauchfilter
 Schleifenheimer, Weiche 19
 Schleimansammlungen 38
 Schlitzweiten 4—6
 Schnecke 220, 225, 231
 Schraubendarre 214
 Schraubenwender 135, 141, 163, 191, 203, 223
 Schrotmühle 229
 Schüttelgabel 96, 97, 100
 Schüttelrinne 142 [104]
- Schwagerntrommel 124, 127, 134, 162
 Schwand, siehe Mälzungs-schwand
 Schweißbildung 63, 76, 78—81, 90, 94, 95, 133, 151, 159, 160
 Schwefel (-säure) 68, 69, 74
 Schwefelhaltige Systeme 57
 Schwelken 75, 76, 83, 107, 128, 134, 136, 147, 148, 160, 161, 172, 216, 220
 Schwelkhorde 183
 Schwimmmethode 83, 233
- St.**
 Stärke 43, 50, 61, 63, 64, 73, 116, 166, 170, 172, 222, 232, 233, 236, 240—243, 247, 248
 Stärkeabbau 66, 104, 108, 110
 Stärkeveratmung 113, 115
 Stärkeverbrauch 86, 114, 116
 Stärkeverzuckerung 42
 Staubsammler 9, 10
 Steigrohr 16, 21, 25
 Steinbier 173
 Steinecker, Weiche 17
 Steinzylinder 3, 10 [18]
 Stickstoffgehalt, Gerste, Malz 61
 Stickstoffkörper, siehe Eiweiß
 Stößer 96, 97
 Streudüsen 121, 122, 128, 137
 Streugabel 101, 104
 Streukegel (-glocke) 28,
 Stumpfheit 230 [30]
- T.**
 Tausendkorngewicht 48, 249
 Tennenbau 84, 160
 Tennenführung, siehe Haufenführung
 Tennengröße (-fläche, -raum) 87, 88, 155, 160, 205, 206
 Tennenhöhe 84, 85
 Tennenkühlung, siehe Kühlung
 Tennenlage 84, 160
 Tennenleistung 84, 87
 Tennenmälzen 74—117
 Tennenmalz 142, 153, 157
- Tennentemperatur 75, 76, 110, 150, 160, 164, 235
 Tennenwäsche 156
 Termobakterien 38
 Testa 49
 Tetrachlorkohlenstoff 233
 Thiomilchsäure 57, 68, 70, 74
 Tildentrommel 125, 127, 162, 214
 Tischbein, Zylinderdarre 214, 215
 Topf, Darre 183, 185, 186, 223
 —, Luftmischkammer 193, 223
 —, Trommel 119, 126, 127, 134, 162
 —, Vertikaldarre 216
 —, Weiche 25
 Tote Tennenperiode 33, 34, 42, 54, 89, 92, 130,
 Totreife 63 [160]
 Treber 82, 89, 235
 Trichterweiche 29, 31, 32,
 Trieur 4, 5, 10, 231 [44]
 Trockenstarre 166, 222
 Trockenweiche (Trocken-stehenlassen) 33, 34, 52—54
 Trocknung 173—190, 214, 223
 Trommel (allgemein) 143, 147, 149, 153, 156, 161
 Trommelarbeitsweisen 127—134
 Trommelbefeuchtung 128
 Trommelbelüftung 130
 Trommeldrehung 128, 131—133, 163
 Trommeldurchmesser 123, 132
 Trommelgröße 127, 131 bis 133
 Trommelröster 239
 Trommelruhe 128, 130 bis 133, 163
 Trommelsysteme 118 bis 135, 163
 Trommelwäsche 16, 17
 Tryptase 58, 59, 73
 T-Wender 190, 223
- U.**
 Überdruck 134, 140, 143
 Überlaufverfahren 54
 Überlösung 72, 84, 88, 91, 107, 161, 235, 248
 Überröstung 198
 Überweiche 3, 40, 89, 128, 160, 231, 245

Ulrich, Darre 179
 Umdrehungszeit, Trommel 132
 Umluft 119, 140, 142, 143
 Umpumpen (-lagern) 16,
 25, 27—30, 32, 34, 37,
 38, 41, 42, 53, 54, 135
 144
 Umsetzungsstoffe 50, 153
 Umschichtige Weiche 34,
 35, 37, 52—54
 Unterwasserweiche 14, 33,
 34, 51—54
 Unterwasserlüftung 53
 Ursprungseiweiß 59, 60,
 [72, 73]

V.

Vakuum 214, 237
 Vallery, Trommel 118,
 126, 127, 134, 161
 Ventilatoren 107, 110,
 118, 130, 136, 139, 174,
 192, 194, 207, 215, 220,
 223
 Verbrennungsprozeß 78
 Verbrühung 44
 Verfälschung 76, 95, 97,
 131, 149, 160, 163
 Vergärungsgrad 110, 199,
 201, 202, 234, 243
 Vertikalдарre 206, 215
 bis 221, 223, 324
 Vertikal-Jalousiedarre
 215
 Verzuckerung 89, 235,
 239
 Verzuckerungstempera-
 turen 240
 Verzuckerungszeiten 234
 Vierstich 76, 77
 Völkner, Trommel 119,
 135, 139, 143, 162
 Volland und Francke,
 Propellerpflug 96, 97
 Vollreife 63
 Vordarre 180
 Vorfrucht 1, 40, 105
 Vormälzung 148, 155, 163
 Vorreinigungsmaschinen 7
 Vorwärmkammer 177

W.

Wachshaufen 116
 Wachstumsdauer 60, 70,
 74, 82, 87, 247
 Wandkanäle 124
 Warmwäsche 44, 45, 47,
 54, 106, 108, 245
 Warmweiche 41, 42, 44,
 45, 47, 74, 90, 104, 108

Wärmebedarf (Darre)
 203, 205, 213, 224
 Wärmebildung 75, 78,
 81, 85, 87, 93, 94, 115,
 130, 163, 245
 Wärmekammer 175, 186
 Wärmestarre 166, 168
 Wärmestauvorrichtung
 182, 184, 185, 193, 194,
 211, 223, 225
 Waschen 14, 16—18
 Waschvorrichtungen 16
 bis 27
 Wasseraufnahme, Weiche
 39—48
 Wasserbehandlung 36
 Wassergehalt (Weiche) 47
 — (Grünmalz) 114, 152
 — (Darrmalz) 183, 200,
 204, 213, 223
 — (Farb- und Karamel-
 malz) 233, 236, 238,
 Wassersalze 49 [240]
 Wasserverbrauch 32, 48,
 55, 155, 156
 Wasserverdunstung
 (Mälzen) 113, 140
 — (Darren) 194, 195, 199,
 202, 222
 Wasserzerstäubung 119
 Weiche, Größe 31
 —, Höhe 32, 51
 —, Wasseraufnahme, s.
 Wasseraufnahme
 Weichgrad 3, 47, 48, 55,
 104, 109, 150, 161
 Weichhaus 45
 Weichstock 13—33, 54
 Weichtemperatur 15, 39
 bis 46, 49, 55, 104
 Weichverfahren 21, 33,
 47—49, 54, 79, 89,
 92, 104, 106, 108, 127,
 147, 156, 161
 Weichverluste 48—50, 152
 Weichwasser 14, 19, 33,
 35, 37, 38, 44, 46, 47,
 57, 230
 Weichzeit 3, 15, 33, 34,
 41, 42, 45—48, 55, 71,
 104, 245
 Weißbier 83, 244, 245,
 249
 Weiße Biere 231, 235
 Weizen 15, 40, 46, 55,
 244, 245, 247
 Weizenmalz 244—247
 Weizenbier 244
 Wenden (Weiche) 14, 37
 — (widern) (Mälzen) 60,

66, 73, 75—78, 81,
 92, 95, 117, 160, 164
 — (Darren) 75, 189, 197
 Wendevorrichtungen 104,
 137, 138, 156, 163, 176,
 197, 223
 Wendezeiten 94, 197
 Wendergeschwindigkeit
 142, 197
 Wiedemann, Vertikal-
 darre 221
 Wiener Darrverfahren 196
 Wild, Weiche 25, 26
 Winde-Söding, Weiche
 26, 27
 Winkler, Darre 205
 Winter, Darre 180, 181,
 183, 223
 Wohlgemuth, Aufreißer
 96
 Würze 75, 82, 87, 199,
 202, 231, 243
 Wurzelkeimbildung 40,
 42, 45, 60, 61, 66, 67,
 75, 76, 78, 79, 81, 83,
 87, 90, 91, 104, 112,
 132, 135, 141, 145, 149,
 163, 233, 245, 248

Z.

Zementbottich 31
 Zementplatten 84, 160
 Zentralrohr 118, 120, 123,
 161
 Zucker 49, 87, 93, 106,
 166, 167, 222, 233, 240,
 241—243
 Zuckerabbau 57, 70, 236
 Zuckerbildung 65, 66, 73,
 87, 104, 151, 195, 199,
 222
 Zuckergehalt 66, 73, 108,
 166, 167, 171, 200, 241
 Zuckelhärte 172, 222, 232
 Zuckerkulör 238
 Zuckerverbrauch 66
 Zufärbung 87, 199, 202,
 224, 225, 227
 Zumaischmaterial 242
 Zweihordendarre 179, 181
 183, 184, 203—206, 222,
 224
 Zweikammersystem 127
 Zweistich 76—78
 Zwischensau 180, 186,
 193, 194
 Zylinderdarre 214, 215
 Zystein 57
 Zytase 61, 64, 73, 165,
 166, 168, 247

