

# DIE MALZEXTRAKTE

VON

JOSEF WIECHHERZ

# DIE MALZEXTRAKTE

VON

DIPL.-ING. JOSEF WEICHERZ  
CHEMIKER

MIT 136 TEXTABBILDUNGEN



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH 1928

ISBN 978-3-662-00266-7      ISBN 978-3-662-00286-5 (eBook)  
DOI 10.1007/978-3-662-00286-5

**ALLE RECHTE, INSBESONDERE DAS DER ÜBERSETZUNG  
IN FREMDE SPRACHEN, VORBEHALTEN.**

Copyright 1928 by Springer-Verlag Berlin Heidelberg  
Ursprünglich erschienen bei Julius springer in Berlin 1928.  
Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1928

## Vorwort.

Die Literatur über Malzextrakte ist nicht sehr umfangreich. Wenn auch hier und da verschiedene Angaben zu finden sind, so fehlte es doch bisher an einem zusammenfassenden, das ganze Gebiet systematisch behandelnden Werk. Der Verfasser hat daher den Versuch unternommen, eine zwar kurzgefaßte, dabei aber doch möglichst vollständige Darstellung der Malzextraktfabrikation sowohl bezüglich ihrer theoretischen Grundlagen, als auch bezüglich der technischen Durchführung zu geben. Um den Umfang des Werkes in gewissen Grenzen zu halten, mußte die Behandlung mancher Einzelheiten der Apparatur und der Arbeitsweisen knapp gehalten werden. Einzig die Verdampfungsapparatur bildet hier eine Ausnahme. Mit Hinsicht auf ihre wärmewirtschaftliche Bedeutung wurde sie etwas ausführlicher besprochen.

Die Malzextrakte besitzen zur Zeit eine so hohe wirtschaftliche Bedeutung, daß diese Tatsache allein das Erscheinen dieses Werkes rechtfertigen dürfte. Der Verfasser gibt sich der Hoffnung hin, daß die hier niedergelegte Zusammenfassung seiner jahrelangen Erfahrungen manchen Nutzen bringen möge.

Budapest, im Juni 1928.

**Josef Weichherz.**

# Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung . . . . .	1
I. Die Rohstoffe . . . . .	6
A. Die Bestandteile der Rohstoffe und deren Spaltprodukte . . . . .	6
1. Die Kohlenhydrate . . . . .	7
a) Die Stärke 11. — b) Die Dextrine 19. — c) Die Maltose 21. — d) Pentosane und Pentosen 23. — e) Die Cellulose 24.	
2. Die Eiweißstoffe . . . . .	26
3. Die Enzyme . . . . .	31
a) Die Diastase 35. — b) Die Cytase 43. — c) Die Peptase 43. — d) Die Lipase 44. — e) Die Oxydase 44.	
B. Das Getreide . . . . .	46
1. Die Gerste . . . . .	46
2. Der Weizen . . . . .	68
3. Der Roggen . . . . .	68
4. Der Hafer . . . . .	69
5. Der Mais . . . . .	69
6. Der Reis . . . . .	70
C. Sonstige stärkehaltige Rohstoffe . . . . .	71
1. Der Buchweizen . . . . .	71
2. Die Manioka . . . . .	71
3. Die Kastanie . . . . .	72
4. Die Banane . . . . .	72
II. Das Mälzen . . . . .	73
A. Das Lagern der Rohstoffe . . . . .	73
B. Die Getreideförderung . . . . .	76
C. Das Putzen und Sortieren des Getreides . . . . .	80
D. Das Weichen des Getreides . . . . .	89
E. Das Keimen . . . . .	103
1. Allgemeines . . . . .	103
2. Die praktische Mälzerei . . . . .	112
a) Die Tennenmälzerei 113. — b) Die pneumatische Mälzerei 121. — $\alpha$ ) Die pneumatische Kastenmälzerei 123. — $\beta$ ) Die pneumatische Trommelmälzerei 130.	
F. Das Schwelken und das Darren des Grünmalzes . . . . .	143
G. Das Putzen des Darrmalzes . . . . .	162
H. Die Betriebsanordnung der Mälzerei . . . . .	165
III. Das Maischen . . . . .	170
A. Das Quetschen und Schroten . . . . .	171
B. Das Dämpfen . . . . .	182
C. Das Maischen . . . . .	184
1. Das Wasser . . . . .	184
2. Die Theorie des Maischens und des Abläuterns . . . . .	186
a) Das Dreimaischverfahren 188. — b) Das Zweimaischverfahren 189. — c) Das Einmaisverfahren 189. — d) Das Vor-	

	Seite
maisverfahren 190. — e) Das Eiweißrastverfahren 190. — f) Das Sudmaisverfahren von Schmitz 190. — g) Das Druck- maisverfahren 191. — h) Das Stufenmaisverfahren 191.	
3. Die Praxis des Maischens und des Abläuterns . . . . .	195
a) Die Apparatur 196. — b) Das praktische Maischen und Abläutern 214. — c) Die Betriebsanordnung 222.	
IV. Das Verdampfen . . . . .	222
A. Die Verdampfersysteme und ihre Funktion . . . . .	224
1. Der Heizkörper . . . . .	225
2. Der Verdampfraum . . . . .	232
3. Die Kondensation, der Kondensator und die Luftpumpe . . . . .	237
a) Der Kühlwasserverbrauch 240. — b) Die Größe der Luft- pumpe 242. — c) Die Konstruktion der Kondensatoren 251. — d) Die Luftpumpe 254.	
4. Die Verdampfsysteme . . . . .	259
a) Der Kugelverdampfer 260. — b) Verdampfer mit eingebautem stehenden Röhrenheizkörper 260. — c) Verdampfer mit außen- liegendem Zirkulations-Röhrenheizkörper 261. — d) Der Mehr- facheffekt 264. — e) Die Brüdenkompressionsverdampfung 265. — f) Das Material der Verdampfer 276.	
B. Die Rückkühlung . . . . .	276
C. Die Hilfsapparatur der Verdampfer . . . . .	281
D. Die Dickextrakte . . . . .	284
V. Das Trocknen . . . . .	285
VI. Die Nebenprodukte der Malzextraktfabrikation . . . . .	300
A. Die Malzkeime . . . . .	300
B. Die Treber . . . . .	301
VII. Die analytische Kontrolle und die Betriebskontrolle . . . . .	304
A. Vereinbarungen über die Ausführung der Malzanalyse . . . . .	304
1. Vorschriften für die Probeentnahme von Malz im Betrieb . . . . .	304
2. Analyse . . . . .	305
a) Probeentnahme zur Analyse 305. — b) Feststellung des Feinheitsgrades eines zerkleinerten Malzes 305. — c) Zer- kleinerung des Malzes 306. — d) Wasserbestimmung 306. — e) Trockenschrank 307. — f) Extraktbestimmung 307. — g) Verzuckerung 309. — h) Farbebestimmung 310. — i) Me- chanische Untersuchung 310. — k) Analysenformular 310. — l) Fehlergrenzen bei der Malzuntersuchung 310.	
B. Allgemeine Methoden . . . . .	311
1. Die Bestimmung des Wassergehaltes . . . . .	311
a) im Getreide 311, — b) im Grünmalz 311, — c) im Darr- malz 311, — d) im Dick- und Trockenextrakt 312.	
2. Die Bestimmung des Extraktgehaltes . . . . .	312
a) im Getreide 312, — b) im Malz (Kongreßverfahren) 314, — c) im Dickextrakt 315.	
3. Die Bestimmung der Kohlenhydrate . . . . .	315
a) Die Stärke 315. — b) Die Bestimmung der Pentosane und der Pentosen 316. — c) Die Rohfaserbestimmung 320. — d) Bestimmung der Maltose und des Dextrins 321.	
4. Die Bestimmung des Stickstoffes (Eiweiß) . . . . .	330
5. Die Formoltitration . . . . .	332
a) Die Vorbereitung des Getreides und Malzes 332. — b) Die Vorbereitung der Würzen und der Dick- (Trocken-) Extrakte 333. — c) Die Titration 333.	
6. Die Fettbestimmung . . . . .	334
7. Die Bestimmung des Lecithins . . . . .	335

	Seite
8. Die Bestimmung der Asche . . . . .	335
9. Die Bestimmung der Phosphorsäure in der Asche . . . . .	336
10. Die Bestimmung der Acidität . . . . .	337
a) Die ursprüngliche Acidität im Getreide und Malz nach Lüers und Adler 337. — b) Die Gesamtsäure in Malz- und Getreideauszügen nach Lüers und Adler 337. — c) Die Acidität der Würzen, der Dickextrakte und der Trockenextrakte 338.	
11. Die Wasserstoffionenkonzentration . . . . .	338
12. Die Bestimmung der diastatischen Kraft (DK) . . . . .	344
a) Die Bestimmung nach Lintner 345. — b) DK-Bestimmung nach Lintner-Wirth 346. — c) DK-Bestimmung nach Egloffstein (A. Pollak) 346. — d) Die Bestimmung der DK nach Windisch 351. — e) Die Berechnung des Mischungsverhältnisses für Dickextrakte auf Grund der DK 352.	
13. Die Bestimmung der verflüssigenden Kraft nach Effront . . . . .	353
14. Die Bestimmung der peptolytischen Kraft (PK) . . . . .	353
15. Die Bestimmung des spezifischen Gewichtes der Würze und des Dickextraktes . . . . .	355
16. Die Keimenergie, die Keimfähigkeit und Keimentwicklung . . . . .	356
17. Die Bestimmung des Tausendkorngewichtes . . . . .	357
18. Die Bestimmung des Hektolitergewichtes . . . . .	357
19. Die Untersuchung des Mehlkörpers . . . . .	357
a) Bestimmung der Glasigkeit 357. — b) Bestimmung der scheinbaren und der wahren Glasigkeit des Getreides 357.	
20. Die Bestimmung des Spelzenanteiles nach G. Luff . . . . .	358
21. Die Sortierung . . . . .	358
a) Die Getreidesortierung 358. — b) Die Feststellung des Feinheitsgrades des Schrotens 359.	
22. Die Farbenbestimmung . . . . .	359
23. Die Geruchsbestimmung . . . . .	360
24. Die Untersuchung auf Reinheit . . . . .	360
25. Die Schrotmühlen . . . . .	360
C. Die Betriebskontrolle . . . . .	361
VIII. Die praktische Anwendung der Malzextrakte . . . . .	363
A. Die Malzextrakte als Backhilfsmittel . . . . .	363
B. Die Malzextrakte für die Textilindustrie . . . . .	368
C. Die Malzextrakte für die Lederindustrie . . . . .	370
D. Die Malzextrakte für Nähr- und pharmazeutische Zwecke . . . . .	371
Literaturverzeichnis . . . . .	374
Autorenverzeichnis . . . . .	378
Sachverzeichnis . . . . .	380

### Druckfehlerberichtigung.

Seite 22, 1. Reihe von unten: Hexosen statt Hexosan.

Seite 35, 11. Reihe von oben: 1814 statt 1914.

## Einleitung.

Die Anwendung der Malzextrakte in der Praxis ist sehr verbreitet, auf einzelnen Gebieten besitzen sie sogar eine ganz hervorragende Bedeutung und sind zur Zeit zur Erzielung der gewünschten Wirkungen unersetzbar. Besonders die Textil- und Backindustrie verbraucht gewaltige Mengen, wobei der Verbrauch im Laufe der letzten Jahre ansteigt.

Malzextrakt ist ein auf enzymatischem Wege, aus gekeimten, gemälzten Getreidekörnern erzeugtes Extrakt, welches in verschiedenen Konsistenzen von verhältnismäßig dünnflüssiger bis zu trockener Konsistenz erzeugt wird. Je dicker das Extrakt ist, desto größer ist seine Haltbarkeit, weshalb heutzutage zumeist nur dickflüssige oder trockene Extrakte eine Bedeutung haben. Die Zusammensetzung und Verwendbarkeit der Extrakte ist sehr verschieden, hängt vom verwendeten Rohmaterial und vom zur Erzeugung dienenden Verfahren ab. Da nun die Rohmaterialien und die Verfahren grundverschieden sein können, so ändern sich auch die Eigenschaften und die Verwendbarkeit in weiten Grenzen.

Der gebräuchlichste Rohstoff der Malzextrakterzeugung ist die Gerste, welche auch das bekannte Rohmaterial des Bieres ist. Die Gerste wird gemälzt, d. h. einer Keimung unterworfen, und nach erfolgter Keimung wird sie entweder als Gerstenmalz oder als Darrmalz bei bestimmten Temperaturen eingemaischt, wobei die bei der Mälzung entwickelten amylolytischen und peptolytischen Enzyme die Stärke und das Eiweiß der Gerste abbauen und wasserlöslich machen. Das Malz wird also verzuckert. Es entsteht ein wässriges Extrakt, welches in erster Linie die Abbauprodukte der Stärke und des Eiweiß, wie z. B. Dextrin, Maltose, Peptone und Aminosäuren, enthält. Außer diesen Abbauprodukten befinden sich darin die wasserlöslichen Mineralbestandteile und die Enzyme. Das Verhältnis dieser Bestandteile hängt von der Malzführung und vom Maischverfahren ab. Durch die Wahl geeigneter Verfahren können wir Extrakte mit hohem Maltose- und niedrigem Dextringehalt, oder umgekehrt, Extrakte mit hohem oder niedrigem Stickstoffgehalt erhalten. Ebenso wichtig ist es, daß wir die Möglichkeit haben, auch Extrakte mit hoher enzymatischer Kraft zu erzeugen. In der keimenden Gerste finden wir hauptsächlich zwei

enzymatische Prinzipien: ein stärke-spaltendes und ein eiweiß-spaltendes Prinzip, wobei die erstere Wirkung durch Diastase, die zweite durch Peptasen hervorgerufen wird.

An Stelle der Gerste können auch andere Getreidearten verwendet werden: Weizen, Hafer, Roggen, Mais, Reis usw. Diese werden entweder selbst gemälzt oder aber mit Hilfe von Gerstenmalz verzuckert. Die Preislage, die schlechte Keimfähigkeit, geringere enzymatische Kraft verursachten es aber, daß zur Zeit fast ausschließlich Gerste verarbeitet wird, insofern es sich um Extrakte handelt, welche in der Textil- oder Backindustrie verwendet werden. Für Genußzwecke lassen sich aber auch die soeben angeführten Rohstoffe vorteilhaft verarbeiten.

Haben wir beim Maischprozeß ein Extrakt mit den gewünschten Eigenschaften erhalten, so müssen wir das Extrakt in eine haltbare Form bringen und gleichzeitig dafür Sorge tragen, daß diese Form eine bequeme Handhabung und preiswürdige Lieferung ermöglicht; in einigen Fällen muß das Erzeugnis auch genußfähig sein. Dieses Ziel erreicht man durch Verdampfen oder Trocknen. Die dickflüssigen oder trockenen Extrakte sind haltbar, leicht zu verwenden oder zu genießen. Die Verdampfung oder Trocknung der Extrakte kann verschieden erfolgen und je nach dem gewünschten Zweck gewählt werden. Wird die Verdampfung nicht entsprechend durchgeführt, so verliert man die eventuellen Vorteile, welche durch geeignete Mälz- und Maischverfahren erreicht wurden. Wird bei hoher Temperatur verdampft oder getrocknet, so verliert man die enzymatische Kraft, und ein Teil der wasserlöslich gewordenen Eiweißkörper koaguliert wieder, wobei die Extrakte trüb werden, das Aroma wird zerstört usw. Eine niedrige Verdampf- oder Trockentemperatur ist also erforderlich, wenn man z. B. auf hohe enzymatische Kraft oder auf hohem Stickstoffgehalt arbeitet. Die Verdampf- oder Trockenvorrichtungen müssen zweckentsprechend gewählt werden. Die verschiedenen Mälz-, Maisch-, Verdampf- und Trockenvorrichtungen haben den Zweck, Malzextrakte mit ganz bestimmten Eigenschaften zu erzeugen. Diese Eigenschaften ergeben sich aus dem Verwendungszweck. Die Anwendung kann in zwei Gruppen zusammengefaßt werden:

#### 1. Textilindustrie, 2. Nahrungsmittelindustrie.

Die Nahrungsmittelindustrie wieder verwendet die Malzextrakte in zwei Richtungen, und zwar als Backhilfsmittel, wobei der Nährwert der Extrakte mit Hinsicht auf das fertige Produkt keine Bedeutung besitzt und dann als ausgesprochenes Nahrungsmittel.

Die Textilwaren werden geschlichtet, appretiert und wieder entschlichtet. Die Schlichte besteht in der weitgrößten Zahl der Fälle wenigstens zum Teil aus Stärke. Die Stärke muß, um sie als Schlichtemittel verwenden zu können, bis zu einer bestimmten Grenze löslich

gemacht, d. h. verflüssigt werden. Früher wurde diese Verflüssigung mit Säuren bewirkt, wobei aber immer der Stärkeabbau zu weit ging, oder aber es wurde Kleister gekocht. Die Verflüssigung kann auch auf enzymatischem Wege erfolgen, wozu die Diastase besonders geeignet ist. Eine Diastasequelle haben wir im Malz, bzw. im Malzextrakt, falls ein Malzextrakt mit hoher diastatischer Kraft vorliegt. Für Schlicht- und Appreturzwecke soll die Stärke nicht verzuckert, sondern bloß verflüssigt und womöglich nur bis zu geringen Mengen von Maltodextrinen abgebaut werden. Wir benötigen also ein Malzextrakt, welches eine hohe stärkeverflüssigende Wirkung besitzt. Die Schlichtebereitung mit Malzextrakt weist so manche Vorteile auf, worüber im entsprechenden Kapitel Näheres zu finden ist.

Wird bei der Schlichte und Appreturzubereitung eine hohe verflüssigende Kraft und eine nur geringe verzuckernde Kraft gefordert, so benötigt man beim Entschlichten gerade umgekehrt eine hohe verzuckernde und eine nur geringere verflüssigende Kraft. Die Entschlichtung kann nur dann vollkommen sein, wenn die in den Geweben oder sonstigen Textilprodukten befindliche Stärke vollkommen und schnell verzuckert und so leicht herauslösbar gemacht wird.

Wie wir sehen, muß ein Textilextrakt eine hohe diastatische Kraft besitzen und sonst nichts. Wird das Malzextrakt als Backhilfsmittel angewendet, so finden wir vollkommen andere Bedingungen. Die Backfähigkeit der Mehle ist sehr verschieden und hängt von den Klebereigenschaften ab. Ein Mehl mit festem Kleber läßt sich anders backen als ein Mehl mit weichem oder bei der Teigbereitung erweichendem Kleber. Je weicher der Kleber ist, um so mehr Eiweißabbauprodukte befinden sich darin. Der Backprozeß besteht nun darin, daß die Hefe zur Entwicklung ihrer Tätigkeit Maltose und Stickstoff in abgebauter Form verzehrt, Kohlensäure entwickelt und dadurch dem Brot oder anderem Gebäcke eine auch nach dem Backen verbleibende lockere Struktur gibt. Im Mehl findet die Hefe aber nicht immer Stärke und Eiweißabbauprodukte, sie muß sich diese mit Hilfe der in ihr befindlichen Amylase und Peptase aus der Stärke und dem Kleber des Mehles erst erzeugen, wodurch die Gärkraft geschwächt wird. Reichen wir der Hefe in Form eines Malzextraktes lösliche Kohlenhydrate und lösliche Stickstoffverbindungen, so wird der Backprozeß beschleunigt und Hefe wird gespart. Haben wir ein Mehl mit einem schon zum Teil abgebautem Kleber, so wird der Teig weich, das Gebäck unschön. Die Hefe erweicht nun den Kleber noch mehr und manchmal so weit, daß das Mehl nicht mehr backfähig ist. Führen wir der Hefe löslichen Stickstoff in Form von Abbauprodukten des Malzextraktes zu, so wird die noch weitere Erweichung des Klebers verhindert, und sonst backunfähige Mehle werden so

backfähig gemacht. Außerdem verbessern sich die Eigenschaften des Gebäckes.

Die Backhilfmalzextrakte sollen also viel Maltose und viel löslichen Stickstoff enthalten. Es wird außerdem eine hohe diastatische Kraft, zwecks Erzeugung weiterer Maltosemengen, aus der Mehlstärke gefordert. Die Entscheidung über die Zweckmäßigkeit dieser letzten Forderung soll vorläufig dahingestellt bleiben.

Als direkter Nährstoff soll das Extrakt einen hohen Nährwert, und zwar sowohl einen kalorischen als auch einen biologischen besitzen. Der kalorische Nährwert ist durch die Zusammensetzung bedingt, der biologische Nährwert hängt vom Vitamingehalt ab. Je konzentrierter das Extrakt ist, je weniger Wasser darin ist, um so höher ist der kalorische Nährwert. Der biologische Nährwert, d. h. der Vitamingehalt, stammt von den keimenden Körnern. Die Getreidekeime sind an Vitaminen besonders reich und wird entsprechend gearbeitet, so können diese Vitamine im Malzextrakt ebenfalls aufgefunden werden. Eine besondere Bedeutung besitzen Geschmack und Aroma. Die guten Extrakte haben einen würzigen, süßen Geschmack und ein charakteristisches Malzaroma. Der süße Geschmack wird durch den Maltosegehalt verursacht. Die Dextrine haben einen faden, unsüßen Geschmack, und je geringer ihr Gehalt ist, um so süßer sind die Extrakte. Wird das Malzextrakt mit Zusatzstoffen, welche durch Verzuckerung von ungekeimtem Getreide oder stärkehaltigen Stoffen erhalten werden, gestreckt, so schwindet der würzige Geschmack. Wird die Verdampfung oder Trocknung bei hoher Temperatur vollzogen, so wird das Extrakt karamelisiert und gewinnt eine dunkle Farbe, während die bei niedriger Temperatur erzeugten Extrakte eine helle Farbe aufweisen.

Die Malzextrakte werden als Nahrungsmittel allein — trocken, dickflüssig — mit medikamentösen Zusätzen, oder mit sonstigen Nahrungsmitteln — Eiweiß, Kakao usw. — kombiniert verwendet. Es entstand auf dieser Grundlage eine ganze Reihe von künstlichen Nahrungsmitteln, welche unter den verschiedensten Phantasienamen für viele Zwecke, oft ohne jedwelche wissenschaftliche Grundlage angepriesen werden; es entstand aber auch eine Zahl solcher Präparate, welche sich im Laufe der Jahrzehnte eingebürgert haben und in der ganzen Welt bekannt sind. Nicht gering sind auch die Extraktmengen, welche in Form von Malzbonbons verarbeitet werden.

Außer diesen Anwendungsmöglichkeiten wurde es versucht, die Extrakte in der Bleicherei und Lederindustrie anzuwenden, ohne aber besondere Erfolge erreicht zu haben.

Diese sehr kurz angeführten Anwendungsmöglichkeiten legen die Darstellungsmethoden der Extrakte fest und demgemäß wird im Rahmen dieses Werkes folgendes berücksichtigt:

1. Die Eigenschaften der Rohmaterialien, 2. die Malzführung, 3. das Maischen, 4. das Verdampfen, 5. das Trocknen.

Dies sind die Abschnitte der Malzextraktfabrikation, welche den entscheidenden Einfluß auf die Eigenschaften der Malzextrakte ausüben.

Obwohl die Anwendung der Malzextrakte sich eigentlich in ziemlich engen Grenzen bewegt, werden doch ganz gewaltige Mengen verbraucht. Man stelle sich nur vor, daß in allen Kulturstaaten heute fast kein Bäcker sein Gebäck ohne diastatische Extrakte erzeugt, und es sind nur wenige Textilbetriebe, welche ohne diastatisches Extrakt arbeiten, obwohl gerade in der Textilindustrie die Malzextrakte starken Wettbewerb erhielten in Gestalt von neueren tierischen Enzymen, Amylase-Präparaten. Diese sind wohl zumeist viel zu teuer, obwohl ihre amylolytische Kraft in einzelnen Fällen, auf die Gewichtseinheit berechnet, bedeutend höher ist als die der Malzextrakte.

## I. Die Rohstoffe.

Die Rohmaterialien der Malzextraktfabrikation sind, wie bereits in der Einleitung erwähnt wurde, in erster Linie die verschiedenen Getreidearten, nur als Streckmittel können sonstige Stärke und Eiweiß enthaltende Körper in Betracht kommen. Um Malzextrakte erzeugen zu können, benötigt man ein Enzym, welches aber in genügender Stärke nur mit Hilfe von keimenden Getreidekörnern gewonnen werden kann, wenn von tierischen Organen und Mikroorganismen mit enzymatischer Wirkung abgesehen wird. Die enzymatische oder die hier wichtige diastatische Kraft ist aber bei den einzelnen Getreidearten verschieden, weshalb nicht sämtliche mit demselben Erfolg angewendet werden können. Die höchste diastatische Kraft kann bei Gerste und Weizen erreicht werden. Roggen, Hafer, Mais und Reis besitzen einen nur bedeutend geringeren Wert, weshalb diese allein selten verarbeitet werden, da auch noch entweder der Preis oder aber die oft sehr geringe Keimfähigkeit dies nicht erlauben. Zumeist haben sie ebenfalls nur als Streckmittel eine Bedeutung. Als Streckmittel können wir aber noch billigere Stärkesubstanzen gebrauchen, als solche seien z. B. die Kartoffeln, Kastanien, edle und wilde, Buchweizen usw. erwähnt.

Um die Eigenschaften, sowie die bei der Extraktfabrikation beobachteten Vorgänge darstellen zu können, wollen wir zuerst die chemischen Bestandteile, welche die Qualität der Rohstoffe bestimmen, behandeln. Bemerket sei hier noch, daß das zur Erzeugung benutzte Wasser ein wichtiger Rohstoff ist, so daß seine Eigenschaften und sein Einfluß auf die Extraktfabrikation ebenfalls hier besprochen werden.

### A. Die Bestandteile der Rohstoffe und deren Spaltprodukte.

Die Bestandteile der hier in Frage kommenden Rohstoffe sind folgende: Wasser, Kohlenhydrate, Eiweiß, Fett, insgesamt Lipide, mineralische Stoffe und Enzyme.

Es ist unnötig, die chemischen Eigenschaften des Wassers hier zu behandeln, ebenso steht es mit den mineralischen Bestandteilen. Der Fettgehalt spielt nur eine ganz untergeordnete Rolle und, obwohl der

Fettgehalt bei der Mälzung Veränderungen erleidet, hat er scheinbar keinen Einfluß auf die Malzbereitung und auf die Verzuckerung. Das Hauptgewicht liegt bei den Kohlenhydraten, Eiweißstoffen und Enzymen, weshalb deren Eigenschaften hier näher besprochen werden sollen.

## 1. Die Kohlenhydrate.

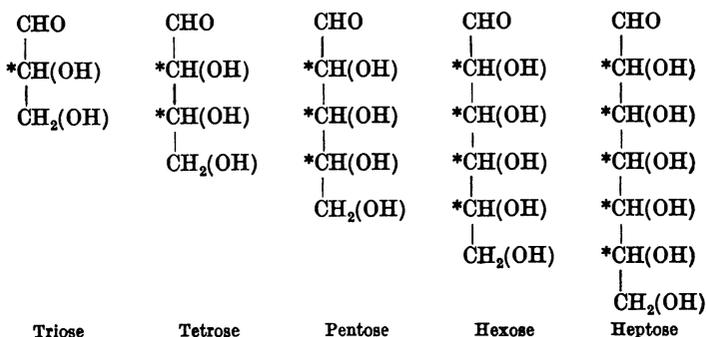
Der Name „Kohlenhydrat“ ist ein Sammelbegriff von organischen Kohlenstoffverbindungen, welche zur Gruppe der Aldehyd- oder Ketonalkohole gehören. Der Name verdankt seine Herkunft der Tatsache, daß diese Substanzen den Wasserstoff und den Sauerstoff im Verhältnis des Wassers enthalten, so z. B. die Verbindung:  $C_6H_{12}O_6 = 6C + 6H_2O$ . Da ein Teil der Kohlenhydrate einen süßen Geschmack besitzt und die im alltäglichen Leben als Zucker bekannten Stoffe chemisch Kohlenhydrate sind, nennt man die Kohlenhydrate auch Saccharide oder einfach Zucker.

Die Kohlenhydrate besitzen als Aldehyd- oder Ketonalkohole die bezeichnende Gruppe  $—CH(OH)—C \begin{array}{l} \nearrow H \\ \searrow O \end{array}$  oder  $—CO—CH(OH)—$ .

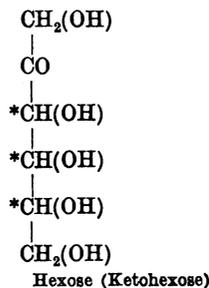
Die chemische Struktur der Kohlenhydrate wurde auf Grund der Untersuchungen H. Kilianis festgelegt. Die Synthese der Kohlenhydrate wurde zuerst von Emil Fischer durchgeführt. Die Arbeiten Emil Fischers haben in der Chemie der Saccharide eine klare Lage geschaffen, soweit wir von Monosacchariden, Monosen, sprechen. Die Chemie der Polysaccharide, Polyosen, ist noch bei weitem nicht geklärt. Polysaccharide sind Kohlenhydrate, welche aus Verbindung von mehreren, sog. einfachen Kohlenhydraten, Monosacchariden, bestehen. Die Monosaccharide sind Kohlenstoffhydrate, welche eine lückenlose Kohlenstoffkette aufweisen, während in den Polysacchariden mehrere Kohlenstoffketten über Sauerstoff glucosidartig verbunden sind. Durch Hydrolyse der Polysaccharide entstehen Monosaccharide, wodurch klar bewiesen ist, daß die Polysaccharide im Prinzip durch Kuppelung der Monosaccharide entstehen.

Die Monosaccharide unterscheiden sich in der Kohlenstoffzahl. Da aber für die Kohlenhydrate der Aldehyd-(Keton-)Alkohol-Charakter ausschlaggebend ist, so unterscheidet man diese gewöhnlich auf Grund der im Molekül befindlichen Sauerstoffatomen und nur, wenn an jedem Kohlenstoffatom ein Sauerstoffatom hängt, ist die Unterscheidung nach der Zahl der Kohlenstoffatome richtig. Man spricht dementsprechend von Triosen, Tetrosen, Pentosen, Hexosen, Heptosen usw.

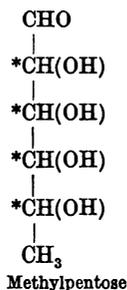
Die Saccharide sind also gleichzeitig Aldehyde oder Ketone und mehrwertige Alkohole. Dementsprechend sind die Formeln der Saccharide wie folgt:



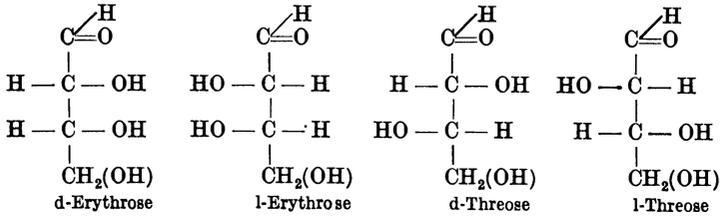
Die angeführten Formeln sind Aldehydsaccharide und werden kurz auch Aldosen genannt. Die Ketonsaccharide oder kurz Ketosen weisen z. B. folgende Formel auf:



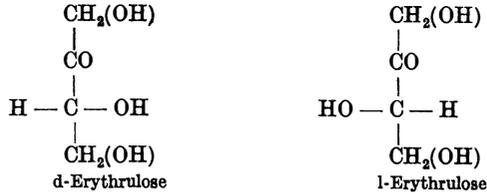
Es gibt auch Saccharide, welche sauerstofffreie Kohlenstoffatome haben, solche sind z. B. die Methylpentosen, Methylhexosen usw.



Wir können bemerken, daß sowohl die Aldosen, als auch die Ketosen optisch aktive Kohlenstoffatome enthalten, und zwar sind die in obigen Formeln mit Stern bezeichneten C-Atome optisch aktiv. Dementsprechend gibt es eine ganze Reihe von Sacchariden, welche sich nur in der Raumformel voneinander unterscheiden. Es müssen also z. B. vier isomere Aldotetrosen vorhanden sein. Diese wurden auch dargestellt. Es sind folgende:

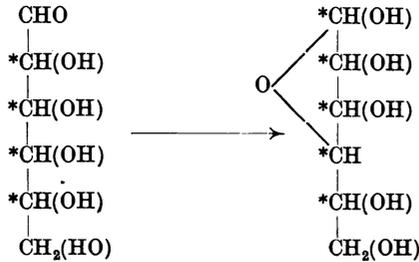


Von Ketotetrosen sind nur zwei Isomere möglich:

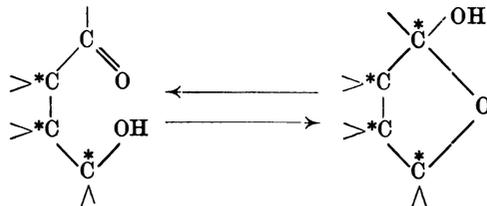


Je höher die Anzahl der optisch aktiven Kohlenstoffatome ist, um so höher ist die Zahl der möglichen Isomeren.

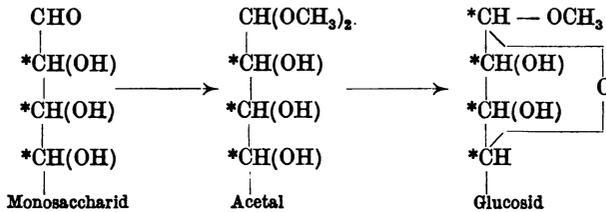
Obwohl die Saccharide Aldehyde oder Ketone sind, besitzen sie nicht alle Eigenschaften dieser. Es wird daher nach Tollens angenommen, daß die Saccharide desmotrope Eigenschaften besitzen, und zwar tritt zwischen der Aldehyd oder Ketongruppe ein Ringschluß über Sauerstoff auf, wobei die Anzahl der optisch aktiven Kohlenstoffatome ansteigt:



Beide Strukturen sind möglich und können ineinander übergehen. Diese Tatsache wurde durch die Multirotation, Änderung der optischen Drehung der Saccharide in Lösung, und durch die Entstehung isomerer Glucoside erkannt. Im allgemeinen werden die desmotropen Formeln durch folgendes auf Aldosen und Ketosen gültiges Schema festgelegt:



Die Monosaccharide bilden mit Alkoholen Glucoside, welche den Acetalen ähnlich sind. Ihre Entstehung kann wie folgt wiedergegeben werden:



Bei der Glucosidbildung entsteht ein neues optisch aktives Kohlenstoffatom, weshalb jedes Kohlenhydrat zwei optisch isomere Glucoside liefert, welche mit der Bezeichnung  $\alpha$  und  $\beta$  unterschieden werden.

Die Polysaccharide werden nach der Anzahl der in ihnen verkuppelten Monosaccharide Di-, Tri-, Tetrasaccharide usw. genannt. Die einfachen Zucker sind glucosidartig verkuppelt. Die Glucosidkupplung erfolgt wie bereits erwähnt, über die Carbonylgruppe. Wenn mehrere Monosaccharide sich zu Polysacchariden verbinden, so können entweder sämtliche Carbonylgruppen, oder nur ein Teil davon an der Kupplung teilnehmen. Sind freie Carbonylgruppen vorhanden, so besitzen die Saccharide reduktive Eigenschaften, welche aber fehlen, wenn keine Carbonylgruppe im Molekül frei geblieben ist. Saccharide mit freien Carbonylgruppen reduzieren die Fehlingsche Lösung, bilden mit Phenylhydrazin Osazone, lassen sich zu Säuren oxydieren oder mittels der Cyanhydrinreaktion zu höheren Polysacchariden aufbauen. Dementsprechend werden die Polysaccharide in reduzierende und nichtreduzierende Polysaccharide eingeteilt.

Je höher die Anzahl der im Polysaccharidmolekül befindlichen Monosaccharidmoleküle ist, um so mehr verschwindet der Zuckercharakter und es entstehen Körper mit fast neutralen Eigenschaften. Die Polysaccharide können auf enzymatischem oder säurehydrolytischem Wege zu einfacheren Sacchariden abgebaut werden, wobei als Endprodukte relativ einfache Saccharide entstehen. Die Säurehydrolyse liefert als Endprodukte immer Monosaccharide, während dies bei der Enzymspaltung nicht immer der Fall ist. Es besteht auch oft die Möglichkeit, die Zwischenprodukte der Hydrolyse zu isolieren und derart in den Verlauf der Spaltung einen Einblick zu gewinnen. Der Verlauf hängt natürlich von dem angewendeten Verfahren ab.

Dieser Abbau, sowie Aufbau der Saccharide ist auch in der Natur beobachtbar, und zwar sowohl im tierischen, als auch im pflanzlichen Organismus. Diese Veränderungen werden durch Enzyme hervorgerufen, indem diese scheinbar nicht nur eine spaltende, sondern auch eine kondensierende Wirkung besitzen.

Im Rohmaterial der Malzextrakte kommt nur eine verhältnismäßig geringe Anzahl von Sacchariden vor. Die niedrigsten sind Pentosen, welche als Pentosane genannte Polysaccharide vorhanden sind. Die ausschlaggebenden Saccharide sind durch Glucose (Hexose) bzw. deren Polyderivat, die Stärke, vertreten. Zu erwähnen ist noch die Cellulose, welche ebenfalls aus Glucose aufgebaut ist. Die Pentosane werden im Verlauf der Extraktfabrikation auch abgebaut, es kann Arabinose und Xylose entstehen. Die Stärke wird zu Maltose, sowie zu Zwischenprodukten, Dextrinen, abgebaut. Bei der enzymatischen Spaltung der Stärke entsteht keine Glucose, so daß diese hier vernachlässigt werden kann. Die Cellulose wird ebenfalls abgebaut, jedoch ist der Verlauf des Abbaues und der Zusammenhang mit den Pentosanen, bzw. deren Spaltprodukten noch nicht geklärt. In der Extraktfabrikation besitzen also folgende Saccharide eine Bedeutung:

- |              |               |
|--------------|---------------|
| a) Stärke,   | d) Pentosane, |
| b) Dextrine, | e) Pentose,   |
| c) Maltose,  | f) Cellulose. |

#### a) Die Stärke.

Die Stärke, Amylum, ist ein in der Pflanzenwelt äußerst verbreitetes biogenes Produkt. Besonders reich daran sind die Getreidesamen, Kartoffeln usw. So ist der durchschnittliche Stärkegehalt von

Reis . . . . . 75%	Mais . . . . . 60%
Weizen . . . . . 65%	Hafer . . . . . 53%
Roggen . . . . . 63%	Kartoffel . . . . 18%
Gerste . . . . . 60%	Roßkastanien . . 44%

Die Stärke entsteht auf biosynthetischem Wege in den Chloroplasten der Chlorophyll enthaltenden Pflanzen. Die Entstehung der Stärke ist bis heute noch nicht geklärt; es wird wohl angenommen, daß sie aus Kohlensäure und Wasser durch Einwirkung des Lichtes in den Chloroplasten entsteht, wobei das Chlorophyll auch eine Bedeutung haben soll. Der Zusammenhang zwischen Chlorophyll-Kohlensäure-Wasser-Stärke ist wahrscheinlich, jedoch sind die Zwischenprodukte und überhaupt der Verlauf der Stärkesynthese noch umstritten. Die Annahme, daß aus der Kohlensäure zuerst Formaldehyd entsteht, wurde durch die Untersuchungen Stoklasas bekräftigt, jedoch nicht bewiesen, indem es Stoklasa gelang, aus Kohlensäure und Wasserstoff unter Einwirkung von ultravioletten Lichtstrahlen zuerst Formaldehyd und dann Zucker zu bilden. Allerdings ist diese Entstehung von der biogenen sehr verschieden, es wurde bloß bewiesen, daß aus Formaldehyd Zucker entstehen kann.

Die in den Chloroplasten entstehenden Stärkekörner werden auf eine unbekannte Weise (enzymatisch?) aufgelöst und in löslicher Form durch die Zellwände in andere Teile der Pflanzen geleitet, wo sie wieder

auf unbekannte Weise unlöslich gemacht und als Reservestoff niedergelagert werden. Der Reservestoffcharakter der angehäuften Stärke wird dadurch erkannt, daß die Anhäufung immer in Teilen erfolgt, welche bei den Wachstumsvorgängen ihre Tätigkeit entfalten. Die Ablagerung erfolgt in den Samen, in den verschiedenst gestalteten Wurzeln usw. unter Einwirkung der Leukoplasten.

Die Stärke besteht aus kleinen Körnchen, welche je nach Ursprung verschiedene Eigenschaften aufweisen. Diese Verschiedenheit zeigt sich schon äußerlich in Form und Größe der Körnchen. Die Größenordnung ergibt sich aus folgender Zusammenstellung Wiesners:

	Kleine Körner		Große Körner		Zusammengesetzte Körner	
	Grenzwert	Häufigster Wert	Grenzwert	Häufigster Wert	Grenzwert	Häufigster Wert
	μ	μ	μ	μ	μ	μ
Kartoffel . . .	—	—	60,0—100,0	70,0	—	—
Gerste . . . . .	1,6— 6,4	4,6	10,8— 32,8	20,3	—	—
Weizen . . . . .	2,2— 8,2	7,2	11,1— 41,0	28,2	—	—
Roggen . . . . .	2,2— 9,0	6,3	14,4— 47,5	36,9	—	—
Hafer . . . . .	3,0—11,0	—	—	—	14,0—54,0	31,0
Reis . . . . .	3,0— 7,0	5,0	—	—	18,0—36,0	22,0
Mais . . . . .	—	—	7,2— 32,5	20,0	—	47,0

Die Stärkekörnchen sind keine einheitlichen Körper. Die Struktur der Körner weist inhomogene Teile auf. Die Lichtbrechung der verschiedenen Schichten ist nicht gleich. Es wurde gefunden, daß die Stärke von den Leukoplasten Schicht auf Schicht gelagert wird, wobei der Wassergehalt der einzelnen Schichten nicht gleich ist. Besonders schön

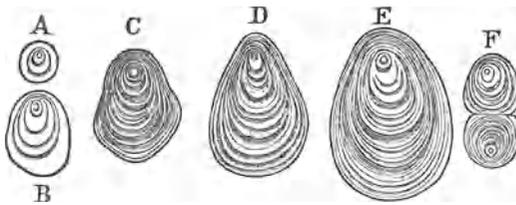


Abb. 1. Kartoffelstärke. A junges unentwickeltes Korn, B bis E entwickelte Körner, F zusammengesetztes Korn. 300× vergr. (Ill. Brennerei-Lexikon.)

zeigt sich diese Schichtenbildung bei der Kartoffelstärke (Abb. 1). Bei den anderen Stärkearten ist die Schichtenbildung schwächer oder überhaupt nicht bemerkbar. Trocknet die Stärke, so entstehen Risse, welche von der

Peripherie zur wasserreicheren Mitte, Kern, laufen. Die Kartoffelstärke besitzt die größten Körner, deren Form muschelähnlich ist.

Die Stärken von Weizen, Roggen und Gerste sind unter sich ähnlich, aber von anderer Stärke leicht zu unterscheiden. Die Weizenstärke zeigt manchmal auch noch Schichtenbildung. Die Größe und Form schwankt stark. Man kann kreisförmige, elliptische und bohnenförmige Körner

beobachten, welche selten auch Kernrisse aufweisen (Abb. 2). Diese wechselnde Form ist eigentlich nur eine scheinbare, da die wirkliche Form linsenförmig ist. Wenn man bei der mikroskopischen Untersuchung das Deckgläschen nach einer Richtung hin schiebt, so rollen die Stärkekörnchen und man sieht bald die Kreisform, bald die elliptische Form.

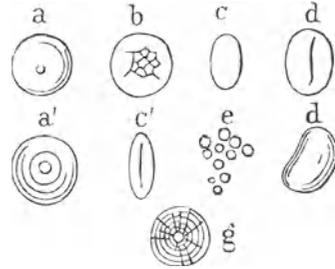


Abb. 2. Weizenstärke. *a-d* große, *e* kleine Körner, *ab* von der Fläche, *ec* von der Seite gesehene Körner; *b* Korn mit netzförmigen Eindrücken, von den kleinen Körnern herrührend; *c' d'* Körner mit spaltenförmigen durch den Kern durchgehenden Rissen. 300× vergr. (Ill. Brennerei-Lexikon.)

Die Roggenstärke unterscheidet sich kaum von der Weizenstärke, nur ist die Schichtenbildung deutlicher, und die Kernspalten sind häufiger und zu meist drei-vierstrahlig (Abb. 3). Die Gerstenstärke ist ebenfalls der Weizenstärke ähnlich, nur sind die Körner kleiner und haben keinen regelmäßigen Umriß. Sie sind oft bohnenförmig, gerundet, drei- bis viereckig usw. Schichtenbildung und Kernspalte ist nur selten beobachtbar (Abb. 4). Die Haferstärke ist von den bisher beschriebenen grundverschieden, indem neben den einfachen auch zusammengesetzte Körner vorhanden sind. Die zusammengesetzten Körner haben eine rundliche bis ovale Form und bestehen aus 20—70 kleineren polyedrischen Körnern, welche keine Schichtenbildung und keine Kernspalte aufweisen. Die Lücken, welche sich in den stärkeführenden Zellen zwischen den zusammengesetzten Körnern befinden, sind durch einfache Körner ausgefüllt. Diese einfachen Körner sind rundlich, polyedrisch, oft spindel- oder citronenförmig (Abb. 5). Gerade diese letzterwähnten citronen- oder spindelförmigen Körnchen erlauben die Unterscheidung der

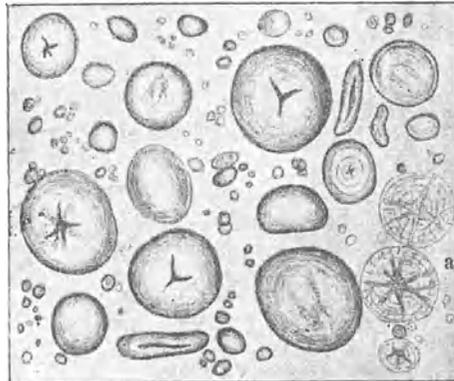


Abb. 3. Roggenstärke (Scholl). Bei *a* Stärke aus gekeimten Roggen. 300× vergr.

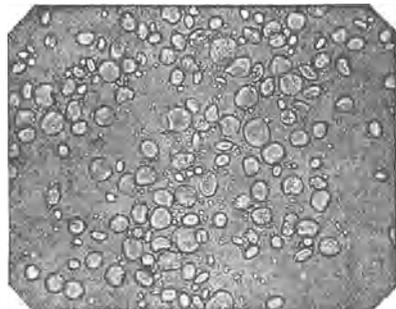


Abb. 4. Gerstenstärke. 150× vergr. (Kiby.)

Die zusammengesetzten Körner haben eine rundliche bis ovale Form und bestehen aus 20—70 kleineren polyedrischen Körnern, welche keine Schichtenbildung und keine Kernspalte aufweisen. Die Lücken, welche sich in den stärkeführenden Zellen zwischen den zusammengesetzten Körnern befinden, sind durch einfache Körner ausgefüllt. Diese einfachen Körner sind rundlich, polyedrisch, oft spindel- oder citronenförmig (Abb. 5). Gerade diese letzterwähnten citronen- oder spindelförmigen Körnchen erlauben die Unterscheidung der

**Haferstärke** von der Reisstärke, welche ebenfalls die erwähnten zweierlei Körner bildet. Die zusammengesetzten Körner der Reisstärke be-

stehen aus etwa 200 polyedrischen kleineren Körnern; die einfachen sind eckig, selten rundlich, doch die spindelförmigen oder citronenförmigen fehlen vollständig (Abb. 6).

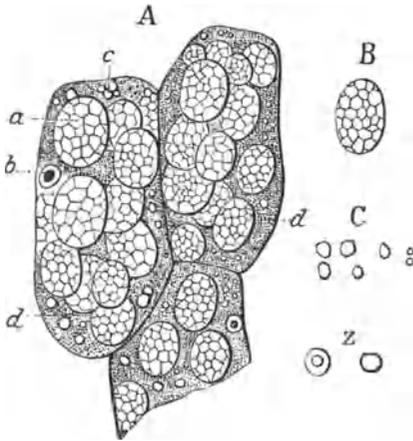


Abb. 5. Stärkeführende Zelle aus dem Mehlkörper des Hafers. *a* echt zusammengesetztes Stärkekorn; *b c* einfache Stärkekörner; *d* Protoplasmareste. *B* zusammengesetztes Korn; *C* Teilkörner; *Z* einfache Körner. 300× vergr. *C* und *Z* etwas stärker vergrößert. (Ill. Brennerei-Lexikon.)



Abb. 6. Reisstärke (Mez). 280× vergr.

auch sehr oft eine sternförmige Kernspalte erkennen lassen. Die zusammengesetzten Körner bestehen nur aus einer geringen Anzahl von einfachen Körnern (Abb. 7).

Im Mais findet man eckige und runde Stärkekörner, welche



Abb. 7. Maisstärke (Hartwich).

Die sonstigen Stärkearten haben eine nur untergeordnete Bedeutung, zuweilen wird auch Buchweizen verarbeitet. Die Stärke von Buchweizen besteht aus kleinen, eckigen Körnern und besitzt einen deutlichen Kern. Die Marantastärkekörner sind bis zu 70  $\mu$  groß und der Kartoffelstärke sehr ähnlich, nur ist die Schichtenbildung weniger ausgeprägt, die Kernspalte ist querlaufend. Die Maniokastärkekörner sind ursprünglich zusammengesetzt, werden aber

in der Handelsware zerbröckelt oder zerfallen gänzlich in Teilkörner. Bezeichnend sind die Zwillingkörner. Die Kernspalte ist zentral- und sternförmig. Die Bananenstärke besteht aus flachen ei-, keulen-, stab-

förmigen gebogenen Körnern. Die Schichtenbildung ist deutlich, der Kern liegt exzentrisch, eine Kernspalte läßt sich nicht beobachten. Charakteristisch sind die sichelförmigen Zwillingskörner. Für die Palmenstärke (Sago) sind die aus einem großen Hauptkorn und 2—3 kleinen Nebenkörnern bestehenden zusammengesetzten Körner charakteristisch, welche aber in der Handelsware zerfallen sind.

Das Äußere der Stärkekörner wird stark verändert, wenn die Samen zu keimen beginnen, da zugleich auch die Tätigkeit der amylytischen Enzyme ihren Anfang nimmt. Die Stärkekörner lösen sich allmählich auf, und da die Struktur der Körner nicht gleichförmig ist, werden die Körner nicht an allen Stellen auf einmal angegriffen, es bilden sich vielmehr Furchen und Kanäle, die Körner werden sozusagen durchbohrt. Dieses Bild gewinnen wir immer, wenn wir feucht gewordenes schimmliges oder bei der Mälzung im Keimen befindliches Getreide vor uns haben.

Die Inhomogenität der Stärkekörner besteht auch in optischer Hinsicht. Zwischen gekreuzten Nicols leuchten die Stärkekörner hell, haben aber ein dunkles orthogonales Kreuz, dessen Mittelpunkt mit dem Kern zusammenfällt. Die Arme des orthogonalen Kreuzes verlaufen nicht regelmäßig, sondern passen sich mehr oder weniger der Form der Körner an. Dies Verhalten gibt uns eine Möglichkeit, die Stärke von anderen Gebilden zu unterscheiden und dann auch den Kern der Stärkekörner festzustellen, insofern dieser sonst nicht deutlich oder überhaupt nicht beobachtbar ist.

Wie erwähnt, sind die Stärkekörner keine einheitlichen Körper. Dies ist physikalisch und auch in chemischer Hinsicht wichtig. Die Stärke enthält auch bei der sorgfältigsten technischen Reinigung mineralische und organische Verunreinigungen. In folgender Tabelle sind einige Angaben darüber zusammengefaßt:

	Reinstärke %	Eiweiß %	Faser, Fett %	Asche %/c
Kartoffelstärke . . . . .	98,14	0,85	0,41	0,41
Weizenstärke . . . . .	97,65	0,38	1,69	0,28
Reisstärke . . . . .	97,30	1,58	0,50	0,62

Diese Angaben beziehen sich auf gänzlich trockene Stärke, welche an und für sich sehr hygroskopisch ist. Die handelsübliche, nicht zersetzte Ware besitzt in der Regel nie mehr Feuchtigkeit als 18% bei Kartoffelstärke, 12% bei Weizen- und Reisstärke. Das Wasser wird nach der Trocknung bei erwähnter Temperatur aus der Luft wieder aufgenommen. Wasserentziehende Mittel, wie Alkohol, Glycerin usw., entziehen der Stärke das Wasser völlig.

Wird die Stärke in Gegenwart von Wasser erhitzt, so verlieren die Körner bei einer bestimmten Temperatur ihre Form, quellen dabei bis

zum 100—200fachen ihres Volumens an und fließen dann zusammen. Diese Erscheinung nennt man Verkleisterung. Die Verkleisterung ist ein kolloider Vorgang. Die verschiedenen Stärkearten verkleistern bei verschiedenen Temperaturen, welche für jede Art charakteristisch ist. Nach Lintner verkleistern die einzelnen Stärkearten bei folgenden Temperaturen:

Kartoffelstärke . . .	65° C	Roggenstärke . . . .	80° C
Maisstärke . . . . .	75° C	Gerstenstärke . . . .	80° C
Weizenstärke . . . . .	80° C	Haferstärke . . . . .	85° C
Reisstärke . . . . .	80° C		

In chemischer Hinsicht enthält die reinste Stärke 44,4% Kohlenstoff, 6,2% Wasserstoff und 49,4% Sauerstoff. Diese prozentuale Zusammensetzung entspricht der Bruttoformel  $C_6H_{10}O_5$ . Die Molekülgröße ist unbekannt, und so schreiben wir gewöhnlich  $(C_6H_{10}O_5)_x$ , wobei  $x$  zur Zeit unbekannt ist. Das spezifische Gewicht ist 1,5—1,65. Im Kleisterzustand beträgt ihr optisches Drehungsvermögen  $[\alpha]_D = +202^\circ$ . Dieser Wert ist nur ein Durchschnittswert. Die einzelnen Stärkesorten besitzen nach Lintner folgendes Drehungsvermögen:

	$[\alpha]_D^{20}$		$[\alpha]_D^{20}$
Gerstenstärke . . .	200,3°	Maisstärke . . . . .	201,5°
Roggenstärke . . . .	201,6°	Reisstärke . . . . .	202,5°
Weizenstärke . . . .	202,4°	Kartoffelstärke . . .	204,3°

Die Stärke ist ein sehr hoch polymerisierter Zucker, der Grad der Polymerisation kann infolge verschiedener Einflüsse verringert werden. Sicher besitzt die Stärke nicht immer denselben Polymerisationsgrad. Wird Stärke in trockenem Zustande erhitzt, so wird die Stärke über 100° C löslich, wird sie weiter erhitzt, so entstehen unter Braunfärbung Dextrine, welche in Wasser löslich sind. Während die Stärke und die lösliche Stärke keine reduzierende Eigenschaften besitzen, zeigen die schon stärker abgebauten Dextrine eine, wenn auch geringe, aber doch ausgeprägte Reduzierfähigkeit. Wird die Stärke in Gegenwart von Wasser über 100° bis 125—130° erhitzt, so kann Verflüssigung des Kleisters beobachtet werden. Wird der Kleister oder die verflüssigte Stärke abgekühlt zur Seite gestellt, so bilden sich nach einiger Zeit Stärkekristalle, indem die Stärkesubstanz teilweise wieder unlöslich wird, ohne wieder eine Gallerte zu bilden. Diese ausgeschiedenen Stärketeilchen werden von den amylolytischen Malzenzymen nicht verzuckert. Die Rückbildung der unlöslichen Stärke wird durch geringe Mengen freier Säure und durch die Amylokoagulase (?), welches ein die Diastase begleitendes Enzym ist, beschleunigt.

Es sei hier bemerkt, daß das optische Verhalten der Stärke auf eine kristallinische Struktur hinweist, und zwar wird heute angenommen, daß die Stärkekörner Sphärokrystalle sind. Es fehlt auch nicht an Versuchen, Stärkekristalle künstlich zu erzeugen.

Wird die Stärke mit Säuren (verdünnt oder konzentriert) erwärmt, so löst sie sich und wird über Dextrine und Maltose zu Glucose abgebaut, wobei sich auch Isomaltose aus Glucose zurückbildet. Das amylytische Enzym, die Amylase (Diastase), baut die Stärke ebenfalls ab, nur bildet sich dabei keine Glucose, wie bei der Säurehydrolyse. Die Enzymspaltung bleibt bei Maltose stehen.

Die Stärke ist in allen Lösungsmitteln unlöslich. Löslichkeit tritt nur dann ein, wenn sie wenigstens in einem geringen Maße abgebaut ist. Wie erwähnt, wird die Stärke beim Erhitzen unter Druck (125 bis 130°) wasserlöslich, in Säuren ist sie ebenfalls löslich. Starke Alkalien verflüssigen die Stärke auch, wobei sich eine mit Alkohol abscheidbare Natriumverbindung bildet, welche mit Wasser eine dicke Gallerte bildet. Die wässerigen Lösungen der Halogensalze des Calciums (Cl, Br, J) lösen die Stärke, wobei diese mit den hygroskopischen Calciumsalzen nicht hygroskopische komplexe Verbindungen bildet, welche auch in trockenem Zustande gewonnen werden können.

Die Stärke bildet als Polysaccharid mit alkoholischem Charakter mit Säuren Ester. So z. B. können Salpetersäureester, Essigsäureester, Benzoessäureester oder aber auch Äther mit Benzylalkohol usw. erzeugt werden.

Eigenartig verhält sich die Stärke gegenüber einer Jodlösung in Kaliumjodid. Sie gibt mit ihr eine indigoblaue Färbung, welche beim Erwärmen verschwindet, beim Abkühlen aber wieder erscheint. Stoffe, welche das Jod binden, stören die blaue Reaktion (Alkalien, arsenige Säure,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , Tannin, Eiweißstoffe, Gummi arabicum, Maltose usw.). Sind neben der Stärke auch lösliche Zucker, wie z. B. Maltose vorhanden, so entsteht zuerst keine Blaufärbung, da die Maltose das Jod verbraucht, erst wenn die Maltose kein Jod mehr aufnimmt, erscheint die blaue Färbung. Diese Umstände müssen bei dem Stärkenachweis mit Jod wohl beachtet werden. Über die Natur des entstehenden blauen Körpers ist man insofern ins Klare gekommen, als man erkannt hat, daß er keinen einheitlichen Charakter besitzt. Es liegt also keine chemische, sondern bloß eine Adsorptions-Verbindung vor, welche in Wasser unlöslich und auch in trockenem Zustande haltbar ist. Bei der Hydrolyse verschwindet allmählich die blaue Reaktion, sie ändert sich über Violett, Rot nach Gelb, um dann zu verschwinden.

Nach der heutigen Ansicht besteht die reine Stärke aus zweierlei Substanzen, welche beide Polyderivate der Hexose sind, also auch Hexosane genannt werden können. Meyer nennt diese Substanzen  $\alpha$ - und  $\beta$ -Amylose. Nach Maquenne, Fernbach, Wolff nennt man sie Amylocellulose oder Amylose und Amylopektin. Die Amylose soll sich in Wasser leicht lösen, während das Amylopektin die Verkleisterung hervorruft.

Die getrocknete Amylose löst sich schwer in kaltem Wasser, wird sie mit Wasser auf 150° erhitzt, so löst sie sich opalisierend. Die Lösungen reagieren mit Jod nicht. Beim Abkühlen scheidet sich ein faseriger Niederschlag aus. Wird die Amylose dialysiert, so wird sie überhaupt unlöslich. Diese Retrogradation der Amylose zeigt sich nur, wenn die Lösung erhitzt wurde. Das Drehungsvermögen der Amylose beträgt:  $[\alpha]_D^{20} = +182,4^\circ$ . Diastase verzuckert die Amylose schon bei niedriger Temperatur zu Maltose.

Wird die Stärke mit Wasser erhitzt, so verkleistert sie, und die Amylose geht in Lösung, während das Amylopektin ungelöst bleibt und abgetrennt werden kann. Das Amylopektin gibt erst bei 130° eine opalisierende Flüssigkeit mit Wasser. Beim Abkühlen scheidet sich ein Niederschlag aus. Bei der Dialyse der Lösung entstehen unlösliche Körner, welche wahrscheinlich phosphorsaure Kalksalze sind. Gatin und Gruzewska nehmen deshalb an, daß die Kornumhüllungen der Stärkekomplexe aus Amylopektin und Mineralsubstanzen bestehen. Das durch Dialyse gereinigte Amylopektin ist in kaltem Wasser vollkommen löslich. Das Amylopektin besitzt ein Drehungsvermögen von  $(\alpha)_D^{20} = +221^\circ$ . Durch Jod wird es violettblau gefärbt. Nach Tanret enthalten die verschiedenen Stärkesorten die Amylose und das Amylopektin in folgendem Verhältnis:

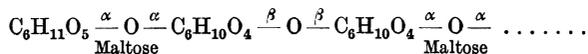
	Amylopektin	Amylose
Gerste . . . . .	73 %	27 %
Hafer . . . . .	71,5%	28,5%
Reis . . . . .	68,5%	31,5%
Kartoffel . . . . .	73 %	27 %
Bananen . . . . .	79,5%	20,5%
Buchweizen . . . . .	78,5%	21,5%
Weizen . . . . .	67,5%	32,5%
Mais . . . . .	70 %	30 %
Roggen . . . . .	78,5%	21,5%

Das wechselnde Verhältnis Amylose:Amylopektin erklärt, daß die Verkleisterung der verschiedenen Stärkearten bei verschiedenen Temperaturen erfolgt.

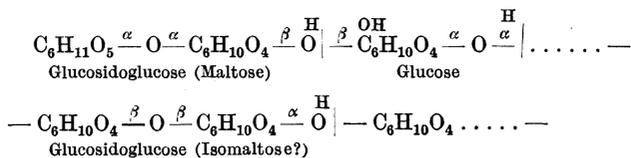
Wenn auch die Stärke aus zweierlei Substanzen besteht, so steht doch fest, daß die beiden Bestandteile ähnlich aufgebaut, also wesensgleich sind. Das Amylopektin dürfte sich im Grad der Polymerisation und im Kalk- und Phosphorsäuregehalt von der Amylose unterscheiden. Da nun die Stärkekörner von einer Amylopektinhülle umgeben sind, hängt die Reaktionsfähigkeit der Stärkekörner von der Zusammensetzung des Amylopektins ab. Da bei der Hydrolyse dieser Substanzen immer dieselben Produkte erhalten werden, so sind auch gleiche chemische Strukturen anzunehmen.

Die Säurehydrolyse liefert als Endprodukt immer Glucose, die Amylase liefert aber ständig Maltose. Nun ist die Amylase (Diastase)

ein  $\beta$ -Enzym, welches nur der  $\beta$ -Konfiguration entsprechende glucosidische Bindungen aufspalten kann. Die Glucosidbindung der Maltose entspricht der  $\alpha$ -Konfiguration. Auf Grund dieser Tatsache nimmt O. v. Friedrichs an, daß im Stärkemolekül je zwei Glucosemoleküle, einmal der  $\alpha$ -Konfiguration entsprechend, einmal wieder der  $\beta$ -Konfiguration entsprechend, gekuppelt sind. Anders ausgedrückt, sind im Stärkemolekül je zwei Maltosegruppen der  $\beta$ -Konfiguration entsprechend gekuppelt. Dies ist aus folgender Strukturformel ersichtlich:



Da die Amylase die Stärke nur bei den  $\beta$ -Konfigurationen aufspaltet, kann nur Maltose entstehen. Die Säurehydrolyse spaltet nun ohne Wahl sowohl die  $\alpha$ - als auch die  $\beta$ -Bindungen auf, so daß als Endprodukt nur Glucose entsteht. Wird die Spaltung noch vor Beendigung unterbrochen, so müssen im Reaktionsgemisch im Gegensatz zur diastatischen Spaltung neben Glucose auch zwei Disaccharide vorhanden sein. Das eine Disaccharid muß ebenfalls Maltose sein und ist chemisch eine  $\alpha$ -Glucosidoglucose, da die Glucosidbindung der  $\alpha$ -Konfiguration entspricht. Das zweite Disaccharid kann nur eine  $\beta$ -Glucosidoglucose sein. Es wurde nun tatsächlich eine  $\beta$ -Glucosidoglucose isoliert, die scheinbar mit der Isomaltose identisch ist. Den Verlauf der Säurespaltung kann man mit folgendem Schema vergegenwärtigen:



In der letzten Zeit wird die Annahme der glucosidischen Bindung im Stärkemolekül durch R. Kuhn verworfen, da dann die primären Hydroxylgruppen nicht frei sein dürften. Dies wird durch die physiologische Tatsache unterstützt, daß Stärke und Glucogen im Organismus reaktionsfähiger sind als Glucose, was durch die glucosidische Bindung nicht erklärt ist. Beim enzymatischen Abbau treten molekulare Umsetzungen ein, welche als Endprodukte Maltose, die von F. Schar- dinger entdeckten Polyamylosen, die Hexosane und Lävoglucosan liefern. Inwieweit diese Angaben stichhaltig sind, ist vorläufig noch nicht entschieden.

#### b) Die Dextrine.

Die Dextrine sind Zwischenprodukte des Stärkeabbaues. Die Säurespaltung liefert ebenso Dextrine wie die enzymatische Spaltung. Die Dextrine sind eigentlich Gemische, es ist bis jetzt noch nicht ge-

lungen, einheitliche Verbindungen aus ihnen zu isolieren. Es wurden zwar Körper mit mehr oder weniger konstanten Eigenschaften abgetrennt, sie konnten aber trotzdem nicht als Verbindungen anerkannt werden. Ebendeshalb sind alle Versuche, den Dextrinen eine chemische Formel zu geben, gescheitert.

Wird Stärke mit Säure oder Enzym verzuckert, so verflüssigt sie sich zuerst, und es entsteht eine Stärkelösung. Diese Lösung ist noch ebenso neutral als die Stärke selbst, sie besitzt keine Reduktionsfähigkeit, keine freien Carbonylgruppen, das Drehungsvermögen ist unverändert, mit Phenylhydrazin werden keine Osazone gebildet. Der weitere Abbau verläuft nun dem Massenwirkungsgesetz entsprechend. Es entstehen immer mehr und mehr abgebaute Produkte. Als Erfolg haben wir ein Gemisch, welches neben noch unveränderter Stärke auch schon Polysaccharide mit relativ kleiner Molekülzahl enthält. Nach der bei der Stärke behandelten Theorie Friedrichs der Stärkespaltung wird diese im Falle der Säurehydrolyse den  $\alpha$ - und  $\beta$ -Bindungen und im Falle der enzymatischen Spaltung nur an den  $\beta$ -Bindungen gesprengt. Wir erhalten also im ersteren Falle ein Gemisch, welches Polysaccharide der  $\alpha$ -Glucosidoglucose- und  $\beta$ -Glucosidoglucose-Gruppe neben Glucose enthält, im zweiten Falle aber ein Gemisch, welches nur  $\alpha$ -Glucosidoglucose enthält und aus welchem Glucose vollkommen fehlt.

Im Prinzip dürfte das Reaktionsgemisch bei den zweierlei Spaltungen also verschieden sein. Die chemischen Eigenschaften der höheren  $\alpha$ - und  $\beta$ -Glucosidoglucose stehen aber derart nahe zueinander, daß eine Unterscheidung nicht möglich ist. Man kann nicht einmal die höheren und niederen Polysaccharid-Abbauprodukte trennen. Die Annahme, daß das Spaltungsreaktionsgemisch eigentlich ein Gemisch der unveränderten Stärke und der Endprodukte (Maltose oder Glucose) sei, ist nicht stichhaltig. Im Verlauf der Spaltung ändern sich die Eigenschaften der Mischung Schritt für Schritt in Richtung der Endprodukte. Auf Grund des Massenwirkungsgesetzes ist es leicht zu verstehen, daß ein Reaktionsgemisch, welches einen derart langen Weg durchlaufen muß, um die Zusammensetzung des Endproduktes zu erreichen, ein kompliziertes Gemisch der Zwischenprodukte sein muß. Da das Molekulargewicht der Stärke, also in der Formel  $(C_6H_{10}O_5)_x$  die Zahl  $x$  sehr hoch ist, kann man sich eine unberechenbare Fülle der Zwischenprodukte vorstellen.

Vom Standpunkt der Malzextrakte interessiert uns nur die Spaltung bis zur Maltose, also die Enzymspaltung. Die Zwischenprodukte werden, wie erwähnt, mit dem Sammelnamen Dextrine bezeichnet. Wie ebenfalls schon erwähnt wurde, ändern die im Verlauf der Spaltung entstehenden Dextrine ihre Eigenschaften und nähern sich den Eigenschaften der Maltose.

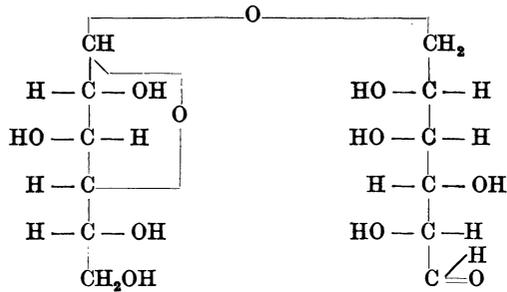
Das Drehungsvermögen der Stärke fällt vom Durchschnittswert  $[\alpha]_D^{20} = +202^\circ$  bis  $[\alpha]_D^{20} = +137^\circ$ , welches dem der Maltose entspricht. Die Dextrine sind alkoholunlöslich, je niedriger der Abbau fortschreitet, um so mehr wächst die Löslichkeit in Alkohol, demzufolge kann die Maltose von Dextrinen der niedrigeren Stufe nur schwer gereinigt werden. Auf Grund der verschiedenen Löslichkeit lassen sich Dextrin-gruppen mit in engen Grenzen liegenden Eigenschaften durch fraktionierte Fällung abtrennen. Diese Gruppen zeigen auch in ihrem chemischen Verhalten Unterschiede und haben in der Reihenfolge der Polymerisationsgrade folgende Namen gewonnen: Amylodextrin, Erythro-dextrin, Achroodextrin, Maltodextrin. Es gelang auch noch, diese Körper in einfachere zu zerlegen, welche mit den erstgenannten in folgender Tabelle zusammen mit Angabe über ihre Eigenschaften zusammengestellt sind:

	Beobachter	Drehungs- vermögen	Reduktions- vermögen Maltose=100	Jod Rk.
Amylodextrin . . . .	A. Meyer	+ 193,4 <sup>o</sup>	0	blau
stabiles Dextrin . . .	Brown, Millar	+ 195—195,7 <sup>o</sup>	5,7—5,9	blau
Erythro-dextrin I . .	Lintner	+ 196 <sup>o</sup>	3,5	rot
„ II $\alpha$ . . . .	Lintner-Düll	+ 194 <sup>o</sup>	8,6	rot
„ II $\beta$ . . . .	Lintner-Düll	+ 194 <sup>o</sup>	8,6	rot
Achroo-Dextrin I . .	Lintner-Düll	+ 192 <sup>o</sup>	12—13	—
„ II . . . .	Lintner-Düll	+ 180 <sup>o</sup>	26,5	—
„ III . . . .	Prior, Wiegmann	+ 171,1	42,5	—
Malto-Dextrin $\alpha$ . . .	Ling-Baker	+ 180 <sup>o</sup>	32,8	—
„ $\beta$ . . . .	Ling-Baker	+ 171,1 <sup>o</sup>	43,0	—
„ $\gamma$ . . . .	Ost	+ 160 <sup>o</sup>	60,0	—

Aus dieser Tabelle kann man ersehen, daß die Reduktionsfähigkeit der Dextrine nach den Maltodextrinen zu ansteigt. Die Reduktionsfähigkeit der Dextrine erschwert also die Bestimmung der Maltose neben Dextrinen. Die zunehmende Reduktionsfähigkeit findet in den allmählich frei werdenden Carbonyl- (Aldehyd-) Gruppen seine Erklärung. Die Jodreaktion ändert sich von Blau über Rot nach Farblos. Die Mischungen dieser Dextrine liefern natürlich sämtliche Übergangsfarben. Dem zunehmenden Aldehydecharakter zufolge lassen sich die Dextrine zu Alkohole (Dextrite) reduzieren oder zu Säuren oxydieren und bilden auch mit Phenylhydrazin Osazone.

### c) Die Maltose.

Die Maltose ist ein Disaccharid, welches als Endprodukt der amylo-lytischen Spaltung und als Zwischenprodukt der Säurespaltung der Stärke entsteht. Die Zusammensetzung ist:  $C_{12}H_{22}O_{11}$ . Maltose besitzt folgende Struktur:



Demgemäß besteht die Maltose aus zwei Molekülen Glucose.

Die Maltose kann aus amylolytisch verzuckerten Maischen oder am geeignetsten aus eingedickten Malzextrakten durch Lösen in Alkohol gewonnen werden, wobei sie nach wiederholtem Umlösen auch krystallisiert erhalten werden kann. Die Krystalle sind weiße Nadelchen von angenehm süßlichem Geschmack. Man kann auch Krystallwasser enthaltende Maltose gewinnen, und zwar krystallisiert sie aus Wasser oder wässrigem Alkohol mit 1 Molekül Wasser entsprechend der Formel  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{H}_2\text{O}$ . Die Maltose ist in Wasser leicht, in Alkohol schwer löslich. Das Drehungsvermögen beträgt  $(\alpha)_D^{20} = +137,04^\circ$ . Die frisch zubereiteten Lösungen zeigen zumeist eine geringere Drehung, der normale Wert wird nur nach längerem Stehen erreicht. Die Maltose besitzt eine freie Aldehydgruppe und weist dementsprechend reduzierende Eigenschaften auf. 100 mg Maltose reduzieren nach Soxhlet 113 mg, nach Ling und Baker nur 107,9 mg Kupfer, welches in Form von Cuprooxyd aus der Fehlingschen Lösung abgeschieden wird. Essigsäure Kupferacetatlösung (Barfoeds Reagens) wird von der Maltose nicht reduziert. Mit Phenylhydrazin entsteht ein Osazon (Maltosazon), welches bei  $206^\circ$  schmilzt.

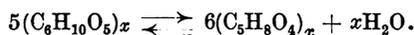
Bei der amylolytischen Spaltung kann die Stärke nicht restlos in Maltose überführt werden. Das Maximum an Maltoseausbeute kann bei niedriger Temperatur erreicht werden. Über die höchstmögliche Maltoseausbeute sind verschiedene Angaben vorhanden. Nach Cuisinier soll man 95–96% erhalten, Maquenne will sogar 100% erhalten haben. Auch nach Fernbach und Wolff soll man eine fast totale Umwandlung von Stärke in Maltose erhalten, wenn die Spaltung bei  $50^\circ$  erfolgt. In der Praxis konnte man höchstens 80–85% gewinnen, der Rest besteht aus höheren Polysacchariden, aus Dextrinen, über deren Zusammensetzung nichts Näheres bekannt ist. Diese Tatsache ist mit Hilfe der Friedrichschen Theorie der Stärkespaltung nicht zu klären und bekräftigt die neueren Anschauungen R. Kuhns und F. Schardingers, welche als Endprodukte der amylolytischen Spaltung neben der Maltose Polyamylosen, Hexosan und Lävoglucosan annehmen. Der  $\beta$ -Charakter der Diastase

und die  $\alpha$ -Konfiguration der Maltose erlauben also keine hinreichende Erklärung der Stärkespaltung.

Lintner glaubte bei der amylytischen Spaltung der Stärke auch Isomaltose, welche bei der Säurespaltung durch Reversion entsteht(?), nachzuweisen. Scheinbar beruhen diese Beobachtungen auf einem Irrtum.

#### d) Pentosane und Pentosen.

Die Pentosane stehen zu den Pentosen im selben Verhältnis, wie die Stärke bzw. die Cellulose zur Glucose. Die Pentosane sind also Polysaccharide, welche aus Pentosen aufgebaut sind. Ihre Struktur ist noch nicht geklärt. Die Hydrolyse liefert zumeist Arabinose oder Xylose. Die Molekulargröße ist nicht bestimmt, und man schreibt gewöhnlich  $(C_5H_8O_4)_x$ . Es sind wahrscheinlich stets mehrere Pentosane nebeneinander vorhanden, so z. B. solche, die entweder dem Stärketypus oder dem Cellulosetypus entsprechen. Die Pentosane, wie auch die einfachen Pentosen liefern beim Kochen mit Salzsäure Furfurol. Diese Eigenschaft ist nicht ganz charakteristisch, da auch andere Substanzen in Furfurol übergehen. Andere Kohlenhydrate, auch Stärke, aber hauptsächlich die Oxycellulosen liefern Furfurol. Die Struktur der Oxycellulosen ist noch nicht geklärt, und möglicherweise bilden diese einen Übergang zwischen Hexosen und Pentosen bzw. Hexosan und Pentosan. Eine Tatsache ist, daß der Pentosangehalt der Getreidekörner beim Keimen ansteigt. Es ließe sich nun leicht vorstellen, daß die Hexosane (Stärke oder Cellulose, bzw. Oxycellulose) unter Wasserspaltung in Pentosane übergehen:

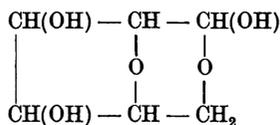


Wahrscheinlich ist es aber, daß der Weg von Hexosan zu Pentosan über die Oxycellulose führt, insofern die bezüglichen Vermutungen sich bestätigen sollten. Es ist aber nicht ausgeschlossen, daß der Zusammenhang dieser beiden Saccharidgruppen in ihrer gemeinsamen Biosynthese aus Formalin zu suchen ist. Windisch und Hasse wollen bewiesen haben, daß bei der Keimung der Gerste eine Neubildung von Pentosanen aus Stärke und Zucker erfolgt. Wie erwähnt, wird tatsächlich der Anstieg des Pentosangehaltes bei der Mälzung beobachtet, jedoch ist dies nicht immer der Fall, da auch oft eine Verringerung der Pentosanmengen festgestellt wird, wie dies die an ungarischer Gerste (Jahrgänge 1923—1925) durchgeführte große Anzahl von Versuchen des Verfassers beweisen. In der fertigen Maische, also auch im eingedickten Extrakt befinden sich die Spaltungsprodukte der Pentosane, die Pentosen. Sowohl die niedrigeren Pentosane, als auch die Pentosen besitzen reduzierende Eigenschaften und werden demzufolge bei Bestimmung der reduzierenden Maltose als solche mitbestimmt.

## e) Die Cellulose.

Die Säurehydrolyse der Cellulose sagt aus, daß diese ebenso aus Glucose aufgebaut ist wie die Stärke. Diese Tatsache, welche ganz eindeutig von R. Willstätter bewiesen wurde, weist darauf hin, daß hier einerseits ein Unterschied in der Molekulargröße und andererseits ein solcher in der Struktur vorhanden sein muß. Die Bruttoformel der Cellulose entspricht der der Stärke:  $(C_6H_{10}O_5)_x$  wobei  $x$  unbestimmt ist. Eigentlich ist diese empirische Formel auch nicht einwandfrei festgelegt, weil die analytischen Daten ebenso der Formel  $(C_6H_{10}O_5)_x$  als auch der Formel  $(C_6H_{10}O_5)_x + H_2O$  entsprechen, sobald  $x$  mehr als 16—18 ist. Die Molekulargröße betreffend haben H. Skraup und E. Geinsperger für  $x$  den Wert 34 festgelegt; G. Bumcke und G. Wolfenstein finden  $x = 12$ , während A. Nastukoff  $x = 40$  ermittelt hat. E. Heuser bestimmte das Molekulargewicht der 2,5fach methylierten Cellulosederivaten und fand zwischen 700 und 5000 liegende Zahlen, welche Verbindungen dem 4—17fachen Dimethylglucosan  $(C_6H_5O_3)(OCH_3)_2$  entspricht. Durch Extrapolation berechnete Heuser ein Molekulargewicht von 6000 bis 8000 für native Cellulose. Diese Größe entspricht der von Skraup und Nastukoff oben angeführten Molekülgröße  $(C_6H_{10}O_5)_{35}$  und  $(C_6H_{10}O_5)_{40}$ . Da diese Angaben sich stets auf Spaltprodukte beziehen, haben wir zur Zeit außer den Extrapolationswerten keinen Anhaltspunkt, um über die Molekulargröße etwas Sicheres aussagen zu können.

Die Konstitution der Cellulose ist unbekannt, obwohl es an Theorien nicht fehlt. B. Tollens schlägt eine Strukturformel mit offener Kohlenstoffkette vor, während C. F. Cross und E. J. Bevan eine Ringstruktur annehmen. Die erste brauchbare Formel stammt von A. G. Green:



Diese Formel kann auch nicht anerkannt werden, da sie eine Verkettung der einzelnen Glucosemoleküle bei Beibehaltung der empirischen Formel nicht gestattet. Auch ist die Anhydridbildung am Ende der Kette im Widerspruch mit den Erfahrungen E. Fischers. Die wahre Celluloseformel wurde aber bis heute noch nicht gefunden, alle aufgetauchten Formeln sind Hypothesen. Von Pictet wird die Greensche Glucosanformel vorgezogen, Irvine behauptet, daß das Grundmolekül der Cellulose das Anhydrid einer Triose ist. Karrer und Pringsheim nehmen wieder ein Anhydrid der Cellobiose an. Diese Auffassung wird durch das von Pringsheim isolierte Cellosan unterstützt, welches ein Glucoseanhydrid ist. Pictet und Sarasin haben bei der Vakuum-

destillation der Cellulose ein „Lävoglucosan“ isoliert. Die optische Inaktivität der Cellulose wird durch keine Formel erklärt.

Die Cellulose muß zweifellos höher polymerisiert sein als die Stärke, da sie bedeutend schwerer löslich und hydrolysierbar ist. Die unveränderte Cellulose besitzt auch nur eine geringe Quellfähigkeit. In den üblichen Lösungsmitteln ist sie unlöslich. Durch Kupferoxydammoniak quillt die Cellulose und wird zu einer viscosen Lösung gelöst. Ebenso wirkt Schwefelkohlenstoff in Gegenwart von Alkalien bzw. nach erfolgter Hydratation der Cellulose (Mercerisierung mit Alkalien), wobei sich das Natriumsalz der Cellulosexanthogensäure bildet (Viscose). Auch Zinkchlorid löst die Cellulose. Aus diesen Lösungen läßt sich die Cellulose in einer quellfähigen, wahrscheinlich schon etwas abgebauten Form als Cellulosehydrat regenerieren. Die Cellulose ist selbst optisch inaktiv, während die erwähnten Lösungen nach links drehen. Bei Einwirkung von Säuren wird die Cellulose hydrolisiert, wobei ähnliche Zwischenprodukte entstehen wie bei der Stärkespaltung. Es entstehen nicht näher identifizierte Cellulosedextrine und der Maltose analog die Cellobiose, welche ein Glucose lieferndes Disaccharid ist, sowie verschiedene Anhydride.

Die physikalische Struktur der Cellulose betreffend hat P. v. Weimarn auf kolloidchemischem Wege erkannt bzw. die Vermutung ausgesprochen, daß diese eine ultramikroskopische krystalline Struktur besitzt, wobei die einzelnen Krystallite kleiner als  $200 \mu\mu$  sind. Einwandfrei wurde diese Tatsache erst durch die mit Hilfe von Röntgenstrahlen durchgeführten Untersuchungen von R. O. Herzog, W. Jahnke und Scheirer erwiesen. Auf Grund der von R. O. Herzog stammenden Röntgendiagramme kann man annehmen, daß in dem Elementarkörper der Cellulose 4  $C_6$ -Reste vorhanden sind. Die ultramikrokrystalline Struktur erklärt den Unterschied, welcher gegenüber den normalkrystallisierten Stoffen besteht und z. B. in der Quellfähigkeit einen Ausdruck findet.

Die Cellulose wird auch von einem Enzym angegriffen. Dieses Enzym wird Cytase genannt. Die Spaltprodukte sind noch nicht näher bekannt, scheinbar kann auch hier Maltose oder aber Glucose entstehen.

Die Cellulose muß auch freie Alkoholgruppen enthalten, da verschiedene Ester- und Ätherverbindungen erzeugt werden können. Möglicherweise wird dabei die Cellulose schon etwas abgebaut. Zu erwähnen ist hier die Nitrocellulose, Acetylcellulose, Formylcellulose, die Äthylcellulose usw. Darauf beruht auch die Viscosebildung. Durch Oxydation entsteht die Oxycellulose, welche mit Salzsäure Furfurol liefert.

Diese Angaben beziehen sich auf die sog. resistente oder  $\alpha$ -Cellulose. Die  $\beta$ - oder  $\gamma$ -Cellulosen, auch Hemicellulosen genannt, sind cellulose-

ähnliche Substanzen, welche nicht nur aus Hexosen (Glucose), sondern auch aus Pentosen aufgebaut sind.

Die Cellulose ist ein biosynthetisches Produkt, welches in der Pflanzenwelt höchst verbreitet ist und das Gerüst der Pflanzen bildet. In der analytischen Chemie wird der Cellulosegehalt der Pflanzen oder Pflanzteile als Rohfaser bezeichnet, da die Cellulose der Baustoff der Pflanzenfasern ist. Die Cellulose ist als biologisches Produkt eine hochmolekulare kolloide Substanz. Ebenso wie in der Pflanze Cellulose niedergeschlagen wird, kann sie wieder abgebaut werden. Diese Erscheinung tritt in Fällen der Autolyse z. B. Keimung und Maischung ins Augenmerk. Die Cellulose wird in der Natur nie rein vorgetroffen, In erster Linie ist sie mit  $\beta$ - und  $\gamma$ -Cellulosen (Holzgummi, Hemicellulose) gemischt, sodann finden wir noch eine ganze Menge von inkrustierenden Substanzen. Da die Cellulose das Gerüst der Pflanzen bildet und auch die Zellwände daraus bestehen, so sind die Zwischenräume mit sonst zum Bestehen der Pflanzen erforderlichen Substanzen erfüllt.

## 2. Die Eiweißstoffe.

Eine weitaus wichtigere biologische Bedeutung als die Kohlenhydrate besitzen die Eiweißstoffe der Getreidearten. Die Kohlenhydrate leisten lediglich eine Nährfunktion in den Keimlingen, üben also selbst keine Tätigkeit aus, demgegenüber fußt die Lebenstätigkeit der Lebewesen und auch speziell der Getreidekeimlinge auf den Eiweißstoffen. Die Eiweißstoffe sind ungeheuer verbreitet und ihre Chemie ist sehr kompliziert.

Die allgemeine Tatsache, daß Eiweißstoffe aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und zumalen noch aus Schwefel und Phosphor bestehen, sagt noch kein Wort über das eigentliche Wesen dieser Stoffe. Was wir heute über Eiweißstoffe wissen, ist den grundlegenden Arbeiten Emil Fischers zu verdanken. Die prozentuale Zusammensetzung der verschiedenen Eiweißarten schwankt nur in geringen Grenzen:

Kohlenstoff . .	50,0—55,0%	Sauerstoff . . .	19,0—24,0%
Wasserstoff . .	6,9— 7,3%	Schwefel . . .	1,3— 2,4%
Stickstoff . . .	15,0—19,0%		

Aus den prozentualen Angaben konnte bis heute keine einzige chemische Formel berechnet werden, da die Molekulargewichte unbekannt sind. Die Moleküle sind entschieden sehr groß. Die Eigenschaften der Eiweißstoffe sind sehr mannigfaltig. Dies bezieht sich in erster Linie auf die Löslichkeit. Wir kennen in Wasser, in Salzlösungen, Alkohol usw. lösliche Eiweißstoffe. Die Alkalien bzw. Säuren sind zu meist auch eiweißlösend. Die Eiweißstoffe besitzen kolloide Eigenschaften, weshalb das Verhalten ihrer Lösung charakteristisch ist. Vom praktischen Standpunkt aus ist zuerst die Koagulationsfähigkeit der

Eiweißstoffe zu betrachten. Werden die Eiweißlösungen erhitzt, so werden die Eiweißstoffe ausgeflockt, koaguliert. Die Koagulationstemperatur ist je nach Art verschieden und liegt im allgemeinen in den Grenzen 40—75° C. Infolge der Hitzekoagulation werden die Eigenschaften der Eiweißstoffe vollkommen abgeändert und entsprechen nicht mehr den in den Lebewesen zur Entfaltung der Lebenstätigkeit erforderlichen „nativen“ Eiweißstoffen. Die Eiweißstoffe werden durch die Koagulation denaturiert. Die denaturierten Eiweißkörper lassen sich zur Zeit nicht in die native Form zurückführen.

Die Eiweißstoffe können auch auf anderen Wegen gefällt werden. Einerseits kann dies ohne Änderung der Eigenschaften (reversibel), andererseits als Folge einer chemischen Reaktion (zumeist additionell) erfolgen. Die reversible Fällung kann z. B. in vielen Fällen auf den von den Kolloiden her bekannten Wegen mit Metallsalzlösungen erfolgen, wobei die verschiedenen Metallsalze eine verschiedene Fällwirkung ausüben. Es ist aber auch eine ganze Reihe von fällenden Chemikalien bekannt, von diesen seien folgende genannt: Kaliumferrocyanid in essigsaurer Lösung, Pikrinsäure, Gerbsäure, Phosphorwolframsäure, Jod-Jodkalium, Salpetersäure. Auch Alkohol fällt einen Teil der Eiweißstoffe, jedoch reversibel.

Die Eiweißstoffe besitzen einige gemeinsame Farbenreaktionen. Erwähnt sei die Millonsche Reaktion, welche sowohl bei den nativen, als bei den koagulierten Eiweißstoffen zu beobachten ist (Mercuronitrat mit Spuren von salpeteriger Säure). Die Reaktionsfarbe ist ziegel- bis violettrot, konzentrierte Salzsäure gibt eine violette Färbung. Wird Eiweiß mit Salpetersäure erwärmt, dann mit Ammoniak neutralisiert, so entsteht eine citronen- bis goldgelbe Färbung, welche als Xanthoproteinreaktion bezeichnet wird. Mit Natronlauge und wenig Kupfersulfat entsteht eine violette, Biuretreaktion genannte Färbung.

Die Eiweißstoffe sind optisch aktiv, und zwar links drehend. Die Eigenschaften sind ausgesprochen kolloidal, diffundieren nicht und bilden zumeist gelartige Gebilde.

Die Eiweißstoffe werden von Säuren oder von Enzymen (peptolytischen Enzymen) zersetzt, d. h. gespalten. Diese Spaltung ist eine der Stärkespaltung ähnliche Hydrolyse und wurde zuerst von Emil Fischer näher untersucht, wobei es sich ergab, daß Eiweißstoffe aus Aminosäuren sehr kompliziert aufgebaute Körper sind. Als Endprodukte der Eiweißspaltung entstehen Aminosäuren, wobei als Zwischenprodukte eine ganze Menge minder weitgehend abgebaute Substanzen entstehen, welche aber chemisch näher nicht definierbar sind. Je weiter die Spaltung vorschreitet, um so mehr schwinden die Eiweißeigenschaften. Die Hydrolyse hat nun gezeigt, daß die verschiedenen Eiweißkörper aus sehr vielen einfachen  $\alpha$ -Aminosäuremolekülen aufgebaut sind, und daß der

Unterschied zwischen den einzelnen Eiweißstoffen von der Menge der Aminosäurebausteinen abhängt. Insgesamt wurden durch Hydrolyse und fraktionierter Vakuumdestillation der Äthylester der Aminosäuren folgende  $\alpha$ -Aminosäuren isoliert:

I. Monoaminosäuren.

1. Einbasisch: Glykokoll, Alanin, Valin, Leucin, Isoleucin, Norleucin, Phenylalanin;

2. Zweibasisch: Asparaginsäure, Glutaminsäure.

II. Oxyaminosäuren und Thioaminosäuren.

Serin, Thyrosin, Cystein und Cystin.

III. Diaminosäuren.

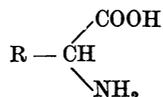
Ornithin, Lysin.

IV. Prolin, Oxyprolin.

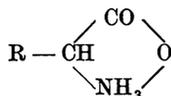
V. Histidin, Tryptophan.

Außer diesen Substanzen wurden Harnstoff, Ammoniak, Diketo-piperazine (Aminosäureanhydride) und Glucosamin isoliert.

Die allgemeine Struktur dieser  $\alpha$ -Aminosäuren ist:

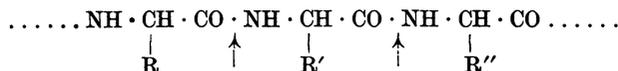


Die Aminosäuren sind fähig, innere Komplexe zu bilden, weshalb auch folgende Formel möglich ist:



Ist die Spaltung vollständig, so entstehen nur diese Aminosäuren, bei unvollständiger Spaltung entsteht eine große Fülle sonstiger Substanzen, welche selbst noch zu einfacheren Aminosäuren gespalten werden können.

Emil Fischer nimmt nun auf Grund dieser Tatsachen an, daß diese Aminosäuren nach Art der Säureamide miteinander verbunden sind. Indem nun diese Aminosäuren sich in wechselnder Zahl und in wechselndem Verhältnis verbinden, entsteht eine äußerst große Zahl verschiedener Eiweißstoffe. Die Eiweißstoffe besitzen also folgende Struktur:



Im Verlauf der Hydrolyse wird das Molekül an den Säureamidbindungen gesprengt, wobei freie Säurereste und Aminogruppen entstehen. Die

Gruppen R, R', R'' usw. können komplizierte stickstoffhaltige, stickstofffreie Gruppen oder Wasserstoff sein. Ob im Eiweißmolekül auch noch andere Bindungen vorhanden sind, läßt sich zur Zeit noch nicht sicher entscheiden. Es wurde wohl angenommen, daß die Oxyaminsäuren esterartige Bindungen ermöglichen, und daß wohl die Anhydridbildung einige Bedeutung besitzt, triftige Beweise liegen aber dafür nicht vor. Auf Grund dieser Annahmen vollführte Emil Fischer bzw. seine Schule eine ganze Reihe von Synthesen, welche allerdings keine Eiweißstoffe, jedoch niedrigere Abbaustoffe, Polypeptide ergaben und welche den aus natürlichen Eiweißstoffen isolierten ähnlich sind. Diese Polypeptide scheinen den weiter unten beschriebenen Peptonen nahestehen.

Die peptolytischen Enzyme spalten das Eiweiß ebenfalls auf. Der Grad der Spaltung ist sehr verschieden und hängt vom Enzym ab. Pepsin führt das Eiweiß zuerst in Albumosen und dann in Peptone über. Die Trypsinspaltung geht über Polypeptide bis zu Aminosäuren. Mit vorwärtsgehender Spaltung verschwinden allmählich die Eigenschaften der Eiweißstoffe. Die Albumosen haben noch etwas eiweißartigen Charakter: sie diffundieren nicht, koagulieren nicht, werden aber durch Neutralsalze ausgesalzen, geben eine noch relativ starke, jedoch nur rot bis rotviolette Biuretreaktion. Die Albumosen werden in zwei Gruppen eingeteilt: die primären, eiweißähnlichen Protoalbumosen und die peptonähnlichen Deuteroalbumosen. Diese beiden Gruppen unterscheiden sich in ihrer Fällbarkeit durch Salzlösungen. Die Albumosen und Peptone werden heute als Peptidgemische betrachtet. Die Peptone sind in Wasser leicht löslich, diffundieren rasch, sind nicht mehr koagulierbar, die Biuretreaktion geht ins Rosa über, Ammoniumsulfat fällt sie nicht mehr.

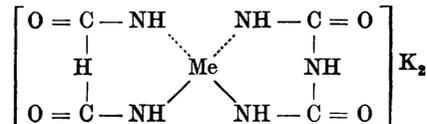
Die peptolytischen Enzyme spalten nur jene Peptide, welche dieselbe optische Aktivität aufweisen wie die in der Natur vorfindbaren Peptide bzw. Aminosäuren. Auch die Reihenfolge der Verknüpfung der Aminosäuren ist ausschlaggebend. Alanyl-glycin wird gespalten, während Glycylalanin unangegriffen bleibt. Die Bedeutung der Kettenlänge ist nicht geklärt. Die Enzyme selbst zeigen auch eine Verschiedenheit in ihrer Wirkung, worauf diese beruht, wissen wir nicht.

Albumosen, Peptone können nicht nur auf peptolytischem Wege erhalten werden. Die geeignet gestaltete Säure- oder Alkalisplaltung liefert ebenfalls solche. Besonders bezieht sich dies auf die Alkalisplaltung, welche die Säureamidbindungen ebenfalls aufsprengt. Werden die Eiweißstoffe mit gespanntem Dampf erhitzt, so entstehen ebenfalls Albumosen.

Die Eiweißstoffe haben einen amphoteren Charakter, da die sie bildenden Aminosäuren gleichzeitig Basen und Säuren sind. Die Eiweiß-

stoffe besitzen sowohl einige freie Amino- als auch einige Carboxylgruppen und bilden deshalb sowohl mit Säuren, als auch mit Alkalien Acid- bzw. Alkali-Eiweißverbindungen. Die Hydrolyse der Eiweißstoffe ist durch den Anstieg der freien Aminogruppen charakterisiert. Dies läßt sich dadurch feststellen, daß mehr Säure bzw. mehr Alkali gebunden wird, und dann steigt auch der Formoltiter an. Die Aminogruppen binden leicht Formaldehyd, worauf die Formoltitration beruht. Das Ergebnis der Formoltitration gibt also über den Zustand, über die Abgebautheit bzw. über erfolgte Kondensation der Eiweißstoffe Aufschluß. Ebenso binden die Aminosäuren Kohlensäure unter Entstehung von Carbaminsäuren.

Die obenerwähnte Biuretreaktion beruht auf der Entstehung komplexer Kupferverbindungen. Nach Tschugaeff sollen diese folgende Konstitution besitzen:



Die nativen Eiweißstoffe können in zwei Hauptgruppen geteilt werden: I. einfache Eiweißstoffe (Proteine) und II. zusammengesetzte Eiweißstoffe (Proteide). Von beiden sollen die hier wichtigen Untergruppen angeführt sein:

### I. Einfache Eiweißstoffe (Proteine).

Einfaches Eiweiß, besteht nur aus  $\alpha$ -Aminosäuren.

1. Albumine. Das in der Gerste, im Roggen, im Weizen gefundene Leukosin gehört hierher. Es ist dies eine amphotere Eiweißart, welche von den peptolytischen Fermenten außer Erepsin angegriffen wird und an Schwefel reich ist. Leicht löslich in Wasser.

2. Globuline: Globulin aus Weizen, Roggen, Gerste, Mais, Hafer, Reis usw. Diese haben einen schwachsauren Charakter, werden von Enzymen, außer Erepsin, angegriffen. Sie sind reich an Glutamin und Arginin. Die Löslichkeit ist verschieden.

3. Gluteninartige Proteine: Glutenin aus Weizen und Mais, Oryzenin aus Reis. Sie sind nur in Alkalien bzw. Säuren löslich, in Salzlösungen unlöslich.

4. Gliadine (Protamine): Gliadin (Weizen), Hordein (Gerste), Zein (Mais). Diese sind reich an Prolin,  $\text{NH}_3$  und Glutaminsäure, und demgegenüber ist wenig Arginin und Histidin und kein Lysin vorhanden. Sie sind löslich in 70—80proz. Alkohol.

## II. Zusammengesetzte Eiweißstoffe (Proteide).

Die Proteide bestehen aus einer Aminosäuregruppe und einer „prothetischen“ Gruppe, welche aus Aminozucker, Chondroitinschwefelsäure (Glucoproteide), Phosphorsäure (Phosphorproteide, Nucleoalbumine), Nucleinsäure (Nucleoproteide), Hämatin, Globin (Chromoproteide) usw. bestehen kann. In Hinsicht auf die Rohmaterialien der Malzextrakte haben die Proteide keine Bedeutung.

### 3. Die Enzyme.

Die biologischen Vorgänge der Pflanzen und auch speziell der keimenden Körner beruhen in erster Linie auf die Tätigkeit von bisher in ganz reinem Zustande noch nicht dargestellten und im Wesen unbekanntem Substanzen, welche Fermente oder Enzyme genannt werden. Enzyme sind organische Substanzen, welche eine den anorganischen Katalysatoren ähnliche Wirkung ausüben. Sie besitzen also die Fähigkeit, bestimmte chemische Vorgänge zu beschleunigen. Dies ist sowohl für abbauende als auch für aufbauende chemische Vorgänge gültig. Der Stoffwechsel der Pflanzen besteht teilweise darin, daß in bestimmten Pflanzenteilen organische Substanzen auf irgendwelcher Weise synthetisiert werden, diese synthetischen Produkte werden dann mit Hilfe der erwähnten Enzyme bis zu einem bestimmten Grade abgebaut und in andere Pflanzenteile transportiert, wo sie wieder auf ähnlichem Wege aufgebaut werden. Dies bezieht sich hauptsächlich auf die Stärke und auf die verschiedenen Eiweißsubstanzen des Pflanzenkörpers. Die Enzyme besitzen also eine ausgesprochene katalytische Wirkung, und es konnte auch auf Grund der Untersuchungen Bredigs bzw. seiner Schule eine weitgehende Ähnlichkeit zu den anorganischen Katalysatoren gefunden werden, so daß die Enzyme als nicht anderes zu betrachten sind, als durch die lebende Substanz erzeugte Katalysatoren. Die Enzyme besitzen ebenfalls die Fähigkeit, Reaktionen zu beschleunigen bzw. durchzuführen, ohne aber selbst an dem chemischen Vorgang nachweisbar teilzunehmen und entsprechen deshalb der Ostwaldschen Definition der Katalyse, welche aussagt, daß Katalyse eine Änderung der Geschwindigkeit einer von sich selbst verlaufenden Reaktion durch einen Stoff ist, der im Endprodukt der Reaktion nicht erscheint.

Die anorganischen Katalysatoren können in ganz geringen Mengen ganz gewaltige Stoffmengen chemisch umsetzen. Ebenso ist es mit den organischen Enzymen, welche eben infolge der jeweils vorhandenen verschwindend kleinen Mengen chemisch nicht identifizierbar sind. Die Enzyme lassen sich also auf Grund ihrer chemischen Zusammensetzung nicht voneinander unterscheiden, die einzige Möglichkeit dazu besteht in der Kontrolle der von ihnen hervorgerufenen Wirkung. In diesem Punkte unterscheiden sich aber die Enzymen von den anorganischen

Katalysatoren, da die Enzymwirkung immer spezifisch ist, d. h. ein bestimmtes Enzym kann immer nur dieselbe eng umschriebene Wirkung hervorrufen. Enzyme, welche z. B. das Fett in Fettsäuren und Glycerin spalten, sind nicht fähig, eine im Prinzip ähnliche Hydrolyse bei Eiweißsubstanzen durchzuführen. Zuckerspaltende Enzyme wieder sind nicht fähig, Fett oder Eiweißkörper zu spalten usw. Aber diese spezifischen Eigenschaften sind auch innerhalb dieser Körpergruppen gültig. Ein Enzym, welches die Stärke z. B. zu Maltose spaltet, ist nie fähig, die Stärke bis zu Glucose abzubauen. Die Maltose wird wieder durch ein anderes Enzym, durch die Maltase bis zu Glucose abgebaut, doch besitzt die Maltase keine Fähigkeit, aus Stärke Maltose zu erzeugen. Ebenso steht es z. B. mit den eiweißspaltenden Enzymen, welche bekannterweise die Spaltung bis zu verschiedenem Grade durchführen, je nachdem die Enzyme eine peptische, tryptische usw. Wirkung ausüben. Diese spezifische Wirkung der Enzyme weist darauf hin, daß zwischen den reagierenden Stoffen und den entsprechenden Enzymen doch ein bestimmter chemischer Zusammenhang bestehen muß. Eine andere Annahme erlaubt die Spezifität der Enzymwirkung nicht. Emil Fischer hat diese Tatsache durch das treffende Bild anschaulich zu machen versucht, daß Enzym und Reaktionssubstrat wie Schloß und Schlüssel ineinander passen müssen, um die entsprechende Wirkung zu erhalten. Dieses Bild läßt uns vermuten, daß die katalytische Tätigkeit der Enzyme im Prinzip vielleicht eine schnell verlaufende, wechselnd addierende und wieder abspaltende chemische Reaktion ist, wobei die Enzyme von den Ausgangssubstanzen addiert werden. Oder aber die Enzyme addieren die Ausgangssubstanzen; diese Additionsverbindungen erleiden vielleicht eine intramolekulare Umwandlung, das Umwandlungsprodukt zerfällt sodann in das unveränderte Enzym und verschiedene selbständige Elemente der Ausgangssubstanz. Als Resultat der Reaktion finden wir also das unveränderte Enzym und die Abbauprodukte der Ausgangssubstanzen. Im Prinzip läßt sich auch ein verkehrter Vorgang vorstellen (Antifermente). Theoretisch betrachtet sollte also mit einer unendlich kleinen Enzymmenge eine unendlich große Menge von Stoffen chemisch umgesetzt werden. In der Praxis finden wir dies aber nicht bestätigt, da die Wirkungskraft der Enzyme und auch scheinbar ihre absolute Menge im Laufe der Zeit abnimmt. Die Abnahme dieser Wirkung kann man teilweise durch Einwirkung von Katalysatorgiften erklären, dabei muß man aber ganz entschieden auch daran denken, daß die Enzyme selbst auch in chemischer Hinsicht eine Abänderung erleiden und dadurch auch ihre volle Wirkung langsam einbüßen. Es wurde beobachtet, daß die Wirkung der Enzyme durch verschiedene Faktoren zerstört werden kann.

Die Enzyme sind einestheils gegen physikalische Einflüsse (Temperatur) und dann gegen chemische Einflüsse äußerst empfindlich. Chemische Substanzen, welche scheinbar keine chemische Wirkung auf Enzyme ausüben, müssen lediglich als Katalysatorgifte betrachtet werden. Substanzen, welche aber auf eine chemische Wirkung mit den Enzymen eingehen, zerstören auf chemischer Basis die Enzymwirkung. Solche Substanzen sind z. B. eiweißfällende Körper, Körper, welche die Enzyme spalten, z. B. Alkalien oder Säuren (Einfluß der Wasserstoffionenkonzentration) usw.

Versuche, um über die chemische Natur der Enzyme irgendwelche Aufklärungen zu erhalten, sind bis heute in der Hauptsache als gescheitert zu betrachten. Es wurde wohl festgestellt, daß die Enzyme aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff und selten aus Schwefel bestehen, da aber die Enzyme in völlig reinem Zustande bis heute noch nicht erzeugt worden sind, wissen wir nichts darüber, ob diese analytischen Ergebnisse sich wirklich auf die tatsächlichen Enzyme beziehen. Gemäß der heutigen Annahme sind die Enzyme eiweißähnliche Substanzen. Dies beweist teilweise die Tatsache, daß die Wirkung einzelner Enzyme durch proteolytische, also eiweißabbauende Enzyme zerstört wird. Allerdings ist dies nicht immer der Fall. Die auch im reinsten Zustande erzeugten Enzyme geben nicht sämtliche Reaktionen, welche für die Eiweißstoffe bezeichnend sind, weshalb man höchstens behaupten könnte, daß die Enzyme bestimmte Abkömmlinge der Eiweißstoffe, selbst aber keine solche sind. Alle sonstigen Annahmen über die chemische Struktur der Enzyme sind auf Grund unserer heutigen Kenntnisse als Hypothesen zu betrachten, welche mit der Wirklichkeit nur wenig in Einklang stehen.

Die Enzyme werden nur durch lebende Substanzen erzeugt, obwohl es an Versuchen nicht fehlt, aus unbelebten Substanzen Enzyme zu erzeugen. So z. B. wollte Biedermann beobachtet haben, daß aus Stärke sich Diastase neu bilden kann. Biedermann wollte also zum ersten Male bewiesen haben, daß ein Enzym sich aus toter Materie bilden kann. Ebenso wollte G. Woker festgestellt haben, daß Formaldehyd eine fermentartige Wirkung auf Stärke ausüben kann, wodurch eine erste auf synthetischem Wege erzeugte Substanz gefunden werden sollte, welche eine den biogenen Fermenten entsprechende Wirkung besitzt. Diese Versuche wurden öfters wiederholt, jedoch mit negativem Ergebnis, weshalb man sich zur Zeit noch an die alte Theorie halten muß, laut welcher Enzyme nur unter biogenen Verhältnissen entstehen können.

Die Enzyme sind zumeist in Wasser löslich, doch sind die Lösungen kolloid. Sämtliche Eigenschaften der Enzyme weisen darauf hin, daß wir es mit echten Kolloiden zu tun haben. Kolloide sind durch Dialyse, Ultrafiltration, Elektrosmose abscheidbar, so daß hierin Wege zur

Reinigung der Enzyme gegeben sind. Eine kolloide Eigenschaft ist es auch, daß Enzyme aus ihren Lösungen gefällt werden können, und zwar mit Hilfe von Elektrolyten. Sie können aber auch durch andere Substanzen, welche als Niederschlag in den Lösungen entstehen, mitgerissen werden. Dies ist eigentlich eine adsorptive Wirkung, welche auch von Stoffen mit hinreichend großer Oberfläche hervorgerufen wird. Wasserlösliche organische Lösungsmittel fällen die Enzyme meistens. In ihren verdünnteren Wassergemischen sind die Enzyme noch zum Teil löslich. Während z. B. Alkohol und Aceton in größeren Mengen die Enzyme gänzlich ausfällen, ist Glycerin zu diesem Zwecke nicht geeignet. Die thermolabilen Eigenschaften der Enzyme beruhen höchstwahrscheinlich ebenfalls auf ihrem kolloiden Wesen, indem die koagulierten Enzyme eine stark verringerte Oberfläche besitzen und die katalytische Wirkung höchstwahrscheinlich mit der Größe der Oberfläche in bestimmtem Zusammenhang steht. Die thermolabilen Eigenschaften hängen stark von den Verhältnissen ab. In trockenem Zustande vertragen die Enzyme auch hohe Temperaturen, während in Gegenwart von Wasser schon bei relativ niedrigen Temperaturen etwa 60—85° eine Inaktivierung erfolgt. Die Gegenwart verschiedener Substanzen ruft auch in der Thermolabilität Verschiebungen hervor. Es gibt auch Substanzen, welche eine ausgesprochene Schutzwirkung besitzen.

Die Enzyme werden auf Grund ihrer spezifischen Wirkung eingeteilt; demgemäß können wir vier Gruppen unterscheiden:

1. Fettspaltende Enzyme, genannt Lipasen oder Esterasen;
2. kohlenhydratspaltende Enzyme, genannt Carbohydrasen oder Saccharasen;
3. eiweißspaltende (proteolytische) Enzyme, genannt Proteasen;
4. oxydierende Enzyme, genannt Atmungsfermente.

Die Einteilung dieser Fermente leidet, wie jede Einteilung, an verschiedenen Fehlern, da die Enzyme gemäß ihrer Tätigkeit nicht scharf in diese vier Gruppen gedrängt werden können. Vertreter aller vier Gruppen sind in den Getreidekörnern vorhanden und spielen eine mehr oder weniger wichtige Rolle bei der Malzextrakterzeugung. Die Hauptbedeutung haben natürlich die Saccharasen und Proteasen. Die Lipasen haben bezüglich der Eigenschaften der Malzextrakte sozusagen überhaupt keine Bedeutung.

Die kohlenhydratspaltenden Enzyme sind in den Getreidearten durch das amylolytische Enzym, die Amylase oder Diastase, vertreten. Neben der Diastase finden wir auch ein cellulosespaltendes Enzym, die Cytase (Cellulase). Auf welchem Wege die sonstigen Kohlenhydrate, wie die Pentosane, abgebaut werden, wissen wir vorläufig nicht, es ist uns bloß eine Hemicellulase bekannt, welche die teilweise oder ganz aus Pentosen bestehenden Hemicellulosearten spaltet. Die eiweiß-

spaltenden (proteolytischen) Enzyme sind durch die Malz- oder Getreidepeptase vertreten. Die Gegenwart der Atmungsfermente wurde ebenfalls nachgewiesen, sie besitzen im Hinblick auf die Farbe der Malzextrakte auch eine gewisse Bedeutung. Im folgenden werden die einzelnen bei der Malzextraktfabrikation wichtigen Enzyme ausführlich besprochen.

#### a) Die Diastase.

Wie bereits im Kapitel über Kohlenhydrate erwähnt wurde, wird die Stärke durch ein Diastase oder Amylase genanntes amylolytisches Enzym bis zu Maltose abgebaut. Die Spaltwirkung dieser Substanz wurde zuerst im Jahre 1914 von Kirchof beobachtet. Die Diastase ist eines der verbreitetsten Enzyme, sie kommt sowohl im Tier- als auch im Pflanzenreich vor. Die Körner der Getreidearten sind besonders reich an Diastase, da diese hier eine ganz außerordentliche physiologische Bedeutung besitzt. Schon Kirchof hatte beobachtet, daß die Spaltwirkung der Getreidekörner besonders dann ansteigt, wenn die Körner keimen. Aber nicht nur in den Körnern finden wir Diastase, sondern auch in anderen Pflanzenteilen. Diese Diastase ist aber scheinbar verschieden von der in den keimenden Körnern beobachteten Diastase. Diese beiden Arten von Diastasen werden mit den Namen Translokations- und Sekretionsdiastase voneinander unterschieden. Aber nicht nur die Eigenschaften dieser beiden Diastasearten sind voneinander verschieden, die in den frisch gekeimten Körnern befindliche Diastase unterscheidet sich auch in so manchen Eigenschaften von jener, welche sich in gekeimten und nachher gedarrten Körnern befindet. Wie wir sehen werden, besteht dieser Unterschied in erster Linie in der verschiedenen Fähigkeit, Stärke zu verflüssigen und zu verzuckern. In bezug auf die Malzextraktfabrikation besitzt nur die Sekretionsdiastase eine Bedeutung.

Die Wirkung der Diastase besteht darin, daß die Stärke zuerst verflüssigt wird und dann über Dextrine zu Maltose abgebaut, d. h. verzuckert wird. Diese verflüssigende bzw. verzuckernde Wirkung hängt von sehr vielen Faktoren ab. Bei den verschiedenen Temperaturen kann eine verschiedene Tätigkeit der Diastase beobachtet werden. Wir finden in der Literatur Angaben darüber, daß die optimale Temperatur der diastatischen Wirkung z. B. zwischen 52—57° C liegt. Dies wäre aber nur dann eine ganz genaue Angabe, wenn die Diastase eine ganz eindeutige Wirkung ausüben möchte. Es wurde vorher erwähnt, daß die Diastasen verschiedener Herkunft untereinander verschiedene Eigenschaften aufweisen können. Diese Verschiedenheit besteht nicht nur darin, daß sie eine verschiedene Aktivität ausüben können, sondern vielmehr auch darin, daß die eine Diastaseart eine größere verflüssigende

Kraft und eine nur eine kleinere verzuckernde Kraft besitzt, während eine andere Diastaseart eine nur niedrigere verflüssigende Kraft und eine höhere verzuckernde Kraft besitzt. Wenn wir noch die Tatsache dazunehmen, daß bei Erhöhung der Temperatur diese beiden Fähigkeiten sich nicht genau parallel verschieben und dabei das erhaltene Reaktionsgemisch bei den verschiedenen Temperaturen eine in weiten Grenzen schwankende Zusammensetzung besitzt, so muß man sich auf den Standpunkt stellen, daß eine optimale Temperatur der Diastasewirkung nur in bezug auf einem bestimmten Zweck feststellbar ist. Ebenso finden wir verschiedene Angaben über die optimale Acidität der Reaktionsgemische. Da nun aber mit Verschiebung der Acidität, der Wasserstoffionenkonzentration ( $p_{\text{H}}$ ) die verflüssigende und verzuckernde Wirkung ebenfalls nicht parallel verschoben wird und dabei die Zusammensetzung des erhaltenen Reaktionsgemisches, d. h. das Verhältnis der erhaltenen Dextrin- und Maltosemengen, je nach der Acidität in weiten Grenzen schwankt, kann man auch hier nur von einer optimalen Wasserstoffionenkonzentration für einen bestimmten Zweck sprechen. Die in der Literatur vorhandenen Angaben über optimale Temperatur und Wasserstoffionenkonzentration beziehen sich auf eine möglichst hohe Ausbeute an Maltose. Da aber bei der Erzeugung der Malzextrakte oder bei diastatischer Verzuckerung nicht immer eine hohe Maltoseausbeute erwünscht ist, sondern auch manchmal z. B. eine hohe Dextrinausbeute, so kann man bei der praktischen Anwendung dieser Angaben diese nur mit entsprechender Umwertung in Betracht nehmen.

Die Wirkung der Diastase beginnt bei  $0^{\circ}\text{C}$  und dauert nach den Beobachtungen von Maercker und Delbrück bis  $85^{\circ}\text{C}$ . Bei niedrigen Temperaturen ist die Wirkung natürlich vollkommen unbedeutend, und eine praktische Tätigkeit der Diastase ist erst über  $45^{\circ}\text{C}$  zu beobachten. Bei niedriger Temperatur kann man beobachten, daß die verflüssigende Kraft relativ gering ist und bei der Spaltung fast ausschließlich Maltose entsteht. Wird die Temperatur erhöht, so steigt sowohl die verzuckernde, als auch die verflüssigende Kraft an, und während die optimale Temperatur der Verzuckerung bei  $50\text{--}56^{\circ}\text{C}$  erreicht wird, steigt die verflüssigende Kraft noch weiter an und erreicht ihre optimale Temperatur erst bei  $70^{\circ}\text{C}$ . Über der optimalen Temperatur der verzuckernden Kraft wird immer weniger und weniger Maltose erzeugt so, daß in den Reaktionsgemischen die Menge der Dextrinen ansteigt. Will man also bei der Verzuckerung der Stärke viel Maltose erhalten, so muß unter der optimalen Temperatur gearbeitet werden, wenn man aber viel Dextrin erhalten will, so ist es zweckmäßig, die Stärkespaltung bei  $70^{\circ}\text{C}$  vorzunehmen.

Diese Angaben sind übrigens sehr unverläßlich, da die genaue quantitative Bestimmung des Verhältnisses Maltose : Dextrin auf Schwierig-

keiten stößt, da die Dextrine zum Teil als Maltose mitbestimmt werden. In der Praxis hat sich die optimale Temperatur von 50—56° nicht bewährt, die günstigsten Ergebnisse wurden gegen 60°, ja sogar bei 60—63° erreicht. Allerdings liegen in der Praxis immer andere Verhältnisse vor als bei Laboratoriumsversuchen.

Bei niedriger, bis zur optimalen Temperatur erfolgreicher Verzuckerung erhält man Maltosemengen bis zu 80% und Dextrin bis zu 20%. Über dieses Verhältnis wurde im Kapitel der Kohlenhydrate noch Näheres angeführt. Wird die Verzuckerung über 70° C vorgenommen, so kann man unter Umständen das Verhältnis umwechseln, d. h. es werden 80% Dextrine und 20% Maltose erhalten. Aber nicht nur die verflüssigende und verzuckernde Kraft der Diastase ändert sich mit der Temperatur, je höher die Temperatur ist, um so schneller verläuft die Stärkespaltung. Wird aber bei zu hoher Temperatur gearbeitet, so verliert die Diastase rasch ihre Aktivität und die Ausbeute an verzuckerten Produkten auf dieselbe Diastasemenge berechnet fällt schnell ab. Bei 85° C hat die Diastase ihre volle Wirkung eingebüßt. Dies hängt streng mit ihren kolloiden Eigenschaften zusammen. Der Verlust an Diastase bei der Erwärmung ist je nach der Höhe der Temperatur verschieden. Die Versuche des Verfassers ergaben, daß bei einer Erhitzung der Diastaseauszüge (10% Extraktgehalt) bei verschiedenen Temperaturen, diese ihre Wirkung nach 5stündiger Erhitzung in folgendem Verhältnis verlieren:

45°	50°	60°	70°	80°
17%	28%	45%	60%	95%

Eigenartig ist, daß bei der Dauererhitzung der diastatischen Auszüge in erster Linie die verzuckernde Kraft geschädigt wird, während die verflüssigende Kraft aber gar nicht oder nur wenig. In trockenem Zustand verträgt die Diastase bei weitem höhere Temperaturen, bei 125° wird sie noch kaum geschädigt.

Über den Einfluß der Wasserstoffionenkonzentration auf die Diastasewirkung liegen sehr viel Angaben vor. Eine feste optimale Wasserstoffionenkonzentration für das Verzuckerungsvermögen der Diastase gibt es scheinbar nicht. Die optimale Wasserstoffionenkonzentration hängt von den verschiedenen Bedingungen ab. Ebenso kann auch eine feste optimale Wasserstoffionenkonzentration für die Aktivitätsstärke der Diastase nicht festgestellt werden. Diese Aussage soll folgend verstanden werden: Es läßt sich einesteils keine feste optimale Wasserstoffionenkonzentration festlegen, bei welcher das beste Maltose-Dextrin-Verhältnis zu erreichen ist und außerdem andererseits die größten Stärkemengen abgebaut werden. Die optimalen  $p_H$ -Werte werden in erster Linie durch die Temperaturschwankungen beeinflusst. Oberhalb der optimalen Temperatur der Verzuckerung sinkt bei steigender Tem-

peratur die Verzuckerungsfähigkeit und die absolute verzuckerte Menge, wobei gleichzeitig das Optimum der Wasserstoffionenkonzentration nach der alkalischen Seite hin verschoben wird. Bei niedrigen Temperaturen kann kein scharfes  $p_{\text{H}}$ -Optimum, sondern nur eine relativ breite  $p_{\text{H}}$ -Zone beobachtet werden, welche aber bei 60° C in ein scharfes Optimum der Wasserstoffionenkonzentration übergeht. Nach Messungen von H. C. Sherman und A. W. Thomas liegt das Optimum bei  $p_{\text{H}} = 4,2$  bis 4,6. Dieses Optimum bezieht sich auf Gegenwart von freien Säuren oder sauren Phosphaten. Wird die Acidität erhöht, so wird die Wirkung der Diastase gehemmt oder gänzlich aufgehoben. Die Untersuchungen von G. L. Funke haben kein derart scharfes  $p_{\text{H}}$ -Optimum ergeben, er hat eine breite Zone von etwa  $p_{\text{H}} = 3,5$  bis 5,5 gefunden. Interessant ist zu erwähnen, daß nach Angaben von G. L. Funke diese Werte sehr wenig oder gar nicht von den übrigen Bedingungen abhängen. Weiter oben wurde niedergelegt, daß eine breite  $p_{\text{H}}$ -Zone, wie sie von Funke beobachtet wurde, von der Temperatur abhängig ist, und daß bei 60° C ein scharf begrenztes Optimum liegt. Wenn also auch, wie Funke behauptet, die Konzentration der Diastase oder die chemische Zusammensetzung der Diastaselösungen auf die Zonenbreite keinen Einfluß ausüben, so wird dies wohl für die Temperatur nicht der Fall sein. Der Übergang ist ein scharfes  $p_{\text{H}}$ -Optimum, wurde im übrigen durch die Untersuchungen von Chrzaszec, Bidzinszky und Krause bestätigt. Funke hat übrigens seine Bestimmungen ursprünglich an Diastase von *Aspergillus niger* durchgeführt, hat aber auch bewiesen, daß die Malzdiastase dieselben Eigenschaften besitzt. Fernbach und Hubert haben festgestellt, daß das Optimum der Diastasewirkung bei der Neutralität gegen Methylorange liegt. Das Optimum der Diastasewirkung hängt von der Konzentration der Diastase und von der im Laufe der Spaltung erfolgenden Koagulation der kolloidalen Diastase ab, wie dies von Marc H. van Laer festgestellt wurde. Laer nimmt auch an, daß die gesamt-enzymatische Wirkung der Malzauszüge, d. h. die Fett, Stärke und Eiweiß spaltende Wirkung von demselben Enzym, von der Diastase hervorgerufen wird, da alle diese Wirkungen ein gemeinsames  $p_{\text{H}}$ -Optimum besitzen.

Die in der Literatur über Einwirkung von Säuren bzw. Alkalien auffindbaren Angaben sind eigentlich sehr unverlässlich, insofern keine Daten über die vorhandene Wasserstoffionenkonzentration mit angeführt sind. Diese Angaben können also nur als ungefähr betrachtet werden. In einzelnen speziellen Fällen, wo die genaue Konzentration der zugefügten Säuren, bzw. Alkalien angegeben ist, kann annähernd auf die voraussichtlich vorherrschende Wasserstoffionenkonzentration geschlossen werden. Da jedoch diese Angaben sich zumeist nicht auf Versuche, welche mit reiner Diastase durchgeführt worden sind, beziehen

und demzufolge in den verwendeten Diastaseauszügen auch noch sonstige, zumeist mineralische Substanzen vorhanden waren, welche eine bedeutende Pufferwirkung ausüben und deren Einwirkung zumeist gar nicht berechnet werden kann, so lassen sich diese Angaben nicht genau verwerten. Sie geben vielmehr nur einen qualitativen Aufschluß darüber, in welchem Sinne die diastatische Wirkung durch Zusatz verschiedener Säuren oder Alkalien geändert wird. So z. B. gibt Effront an, daß Milchsäure die verzuckernde Wirkung fördert, jedoch die verflüssigende Wirkung hemmt. Die alkalische Reaktion ist ungünstig für die Konservierung der Diastase. Geringe Säuremengen fördern die Diastasewirkung, während größere Mengen sie hemmen oder gänzlich aufheben. Nach W. Biedermann wurde die Aktivität der Malzdiastase durch geringe Säuremengen (Citronensäure) gefördert und war auch noch bei Säuregraden, welche von anderen Diastasearten, z. B. Speicheldiastase, nicht vertragen wurden, noch immer vorhanden.

Außer dem Einfluß von den Säuren und Alkalien auf die Wasserstoffionenkonzentration ist noch die Einwirkung verschiedener salzartiger Körper zu erwähnen, welche ebenfalls eine saure oder alkalische Wirkung besitzen und demzufolge auch die Wasserstoffionenkonzentration modifizieren. In erster Reihe seien hier die Phosphorsäuresalze genannt, welche in den aus Malz gewonnenen Diastaseauszügen immer vorhanden sind und in Verbindung mit den sonstigen Substanzen für die Wasserstoffionenkonzentration der Maischen ausschlaggebend sind.

Zu erwähnen ist ferner die Einwirkung anderer Enzyme auf die Diastase. Biedermann hat festgestellt, daß Pepsin die Wirksamkeit der Diastase abschwächt und schließlich ihre Wirksamkeit vollkommen zerstört. Trypsin ist ohne jeden Einfluß. Dies steht auch mit der Tatsache im Einklang, daß in den Malzauszügen ständig tryptische Enzyme vorhanden sind, welche sonst die Wirkung der Diastase im Verlauf der Zeit aufheben würden. W. Lisbonne und E. Vulquin haben beobachtet, daß die Malzdiastase nur in Anwesenheit von Elektrolyten ihre Wirkung ausübt.

Die Gegenwart von Stärkeabbauprodukten vermindert die Temperaturempfindlichkeit der Diastase. Es wurde gefunden, daß die Diastase in Gegenwart von größeren Maltosemengen bedeutend höhere Temperaturen verträgt als in dünnen Lösungen. Diese Schutzwirkung wird scheinbar nur durch Maltose hervorgerufen, während andere Zuckerarten, wie z. B. Saccharose, keine besitzt. Diese Tatsache ist für die Malzextraktfabrikation bedeutsam. In der folgenden Tabelle sind einige Angaben über die Schutzwirkung der Maltose bzw. der Malzauszüge auf Grund der Versuche des Verfassers zusammengestellt. Die Angaben beziehen sich auf die durchschnittlichen Diastaseverluste in Gegenwart von verschiedenen Extraktmengen bei 5stündiger Erhitzung:

	45° %	50° %	60° %	70° %	80° %	85° %
10% Extraktgehalt . . . . .	17	28	45	60	95	100
20% „ . . . . .	16	26	43	57	94	100
30% „ . . . . .	11	22	37	53	88	95
50% „ . . . . .	4	10	26	45	79	92
60% „ . . . . .	3	8	23	44	78	90
75% „ . . . . .	0	4	17	39	72	85
78% „ . . . . .	0	0	13	34	69	83

Die Reaktionsgeschwindigkeit der diastatischen Verzuckerung hängt in der Hauptsache von der Konzentration der Diastase, von der vorhandenen Menge der Spaltprodukte und Anfangsprodukte und wie bereits schon erwähnt wurde, von der Wasserstoffionenkonzentration sowie von der Reaktionstemperatur ab. Es wurde von Philoche gefunden, daß bei der optimalen Wasserstoffionenkonzentration und Temperatur die Reaktionsgeschwindigkeit im Anfang ständig abnimmt, bis etwa 30% Maltose gebildet wurden, dann wird die Geschwindigkeit konstant. Sherman und Walker haben festgestellt, daß während der ersten Hälfte der Stärkespaltung die gebildeten Maltosemengen der Konzentration der Anfangsprodukte proportional sind. Dieselben Forscher haben gefunden, daß bezüglich der Menge des vorhandenen reduzierenden Zuckers (Maltose) keine Proportionalität festgestellt werden kann. Die vorhandenen Maltosemengen verlangsamen die Geschwindigkeit, jedoch kann der Einfluß der Enzymkonzentration nicht ganz klar festgestellt werden. Es wird bei weitgehender Änderung der Enzymkonzentration weder ein deutliches Aufhören der Spaltung noch die Entstehung eines festen Gleichgewichtes bei 80% Maltose und 20% Dextrin, wie dies in der Praxis behauptet wird, festgestellt.

Man findet in der Literatur oft Angaben über die Lichtempfindlichkeit der Diastase, indem angegeben wird, daß Licht auf die Diastase zerstörend einwirkt (Green). Demgegenüber steht die Angabe, welche den Erfahrungen des Verfassers entspricht, daß die Diastase in reinem bzw. aus den Körnern extrahiertem Zustand in Form von Malzextrakten keine besondere Lichtempfindlichkeit besitzt. Die Tatsache, daß die Malzzubereitung, besser gesagt die Keimung der Getreidearten im Dunkeln besser vorwärtsschreitet und damit im Zusammenhang die Diastaseentwicklung eine bessere ist, hat nichts mit der Lichtempfindlichkeit der Diastase zu tun, sondern steht lediglich mit den biologischen Eigenschaften der keimenden Getreidekörner in Verknüpfung, worüber bei Besprechung der Eigenschaften der Getreidearten noch Näheres zu finden ist.

Die Einwirkung der Diastase auf verschiedene Stärkearten ist nicht dieselbe. Einzelne Stärkearten werden sogar bei relativ hoher Temperatur nur in geringem Verhältnis verflüssigt, während andere Arten

schon bei niedriger Temperatur fast ganz verflüssigt werden. In Betracht dessen sind die vorher angeführten optimalen Temperaturen der verflüssigenden Wirkung bei den verschiedenen Stärkearten auch verschieden. In folgender Tabelle sind die von Lintner bestimmten Werte nach 4stündiger Einwirkung bei 50°, 55°, 60° und 65° C für die verflüssigende Wirkung der Malzdiastase niedergelegt:

	50° %	55° %	60° %	65° %	Ver- kleisterungs- temperatur
Kartoffelstärke . . . . .	1,13	5,03	52,68	90,34	65°
Reisstärke . . . . .	6,58	9,68	19,68	31,14	80°
Gerstenstärke . . . . .	12,13	53,30	92,81	96,24	80°
Grünmalzstärke . . . . .	29,70	58,56	92,13	96,26	85°
Darrmalzstärke . . . . .	13,07	56,02	91,70	93,62	80°
Weizenstärke . . . . .	—	62,63	91,08	94,58	80°
Maisstärke . . . . .	—	—	18,50	54,60	75°
Roggenstärke . . . . .	—	—	39,70	94,50	80°
Haferstärke . . . . .	—	—	92,50	93,40	85°

Die Tatsache, daß die Diastase Eigenschaften besitzt, welche bei Änderung der Versuchsbedingungen sich nicht parallel ändern, sowie die beobachteten verschiedenen optimalen Temperatur, haben A. Fernbach zu der Annahme geführt, daß die Diastase kein einheitliches Enzym, sondern ein Gemisch von 3 verschiedenen Diastasen, einer verflüssigenden, einer dextrinisierenden und einer verzuckernden ist. Laut F. Chrzaszec soll die Diastase aus 2 verschiedenen Enzymen zusammengesetzt sein, von welcher die eine verflüssigt und die andere verzuckert.

Es wurde auch von verschiedenen Forschern angenommen, daß die Diastase einen Peroxydasecharakter besitzt. Zu erwähnen sei hier noch, daß nach Ansicht von van Laer die Diastase nicht nur eine Stärke, sondern eine gleichzeitige Fett und Eiweiß spaltende Wirkung besitzt und demzufolge die Diastase ein vielseitiges Enzym, welches keine ausgesprochene spezifische Wirkung besitzt, sein soll, wie dies weiter oben schon besprochen wurde. Dies steht zu den Annahmen Fernbachs und Chrzaszecs im Gegensatz.

Die Diastase kann auf verschiedenen Wegen in reinem Zustand erzeugt werden:

α) Nach C. J. Lintner: 1 Teil Gerstengrünmalz wird mit 2 bis 4 Teilen 20proz. Alkohol 24 Stunden behandelt. Der abgesaugte Auszug wird mit dem doppelten, höchstens 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub>fachen Volumen absolutem Alkohol gefällt. (Mehr Alkohol zu verwenden, ist nicht ratsam, da sonst nur noch schleimige Stoffe mit wenig Diastase gefällt werden.) Der Niederschlag scheidet sich beim Umrühren in gelblichweißen Flocken ab, die sich rasch zu Boden setzen. Die über dem Niederschlag stehende Flüssigkeit wird abgossen. Man bringt den Niederschlag auf ein Filter, saugt den Alkohol möglichst rasch ab, bringt den Filterrückstand dann

in eine Reibschale, um ihn mit absolutem Alkohol zu schlämmen, filtriert wieder unter Auswaschen mit absolutem Alkohol, zerreibt den Niederschlag mit Äther und bringt ihn nach dem Absaugen im Vakuum über Schwefelsäure zur Trockne. Die gründliche Entwässerung mit Alkohol und Äther ist notwendig, um die Diastase als lockeres, gelblichweißes Pulver von kräftiger Wirksamkeit zu erhalten. Die Rohdiastase kann durch wiederholtes Auflösen in Wasser und Fällen mit Alkohol gereinigt werden. Sie benetzt sich nur schwer mit Wasser, muß daher vor der Verwendung in einem Reibschälchen mit Wasser angerieben werden. Durch Auflösen mit Glycerin erhält man eine haltbare Lösung.

Nach einer anderen Vorschrift werden 2 kg frisches Grünmalz in einem Mörser mit einer Mischung von 1 l Wasser und 2 l Glycerin übergossen und durchgemischt, dann 8 Tage stehengelassen. Darauf wird die Flüssigkeit möglichst gut ausgepreßt und filtriert, das Filtrat mit dem 2—2,5fachen Volumen Alkohol gefällt, der Niederschlag abfiltriert, mit Alkohol und Äther gewaschen, über Schwefelsäure getrocknet und für den Gebrauch in glycerinhaltigem Wasser gelöst.

Zur Darstellung der Diastase aus Weizenmalz gibt C. J. Lintner folgendes Verfahren an:

1 kg feines Weizenmalzschrot wird mit Wasser zu einem dünnen Brei angerührt und nach 6—12stündiger Behandlung durch Papier filtriert, wobei schließlich mit so viel Wasser nachgewaschen wird, daß das Volumen des Filtrates dem zum Ausziehen angewendeten Wasservolumen gleich ist. Das Filtrat wird allmählich unter Umrühren mit absolutem Alkohol versetzt, bis ein flockiger Niederschlag sich eben scharf abzuschneiden beginnt. Es wird filtriert und das Filtrat mit dem  $1\frac{1}{2}$ —2fachen Volumen Alkohol versetzt. Der sich hierbei ausscheidende Niederschlag wird gesammelt und wie vorhin behandelt. Durch wiederholtes Auflösen in Wasser und Fällen mit Alkohol kann der Niederschlag (Diastase) noch weiter gereinigt werden. Der bei der ersten Zugabe von Alkohol entstehende Niederschlag enthält nur sehr wenig Diastase; ebenso der Niederschlag, der entsteht, wenn mehr Alkohol zugegeben wird.

β) Nach I. Effront: 100 g fein gemahlene Malz wird mit 300 g Wasser bei einer Temperatur von 30° 18 Stunden lang ausgezogen; man rührt die Flüssigkeit alle halben Stunden um; die durch Auspressen abgeschiedenen Treber werden in einem Sieb mit Wasser gewaschen; man vereinigt das Washwasser mit der Flüssigkeit und filtriert; man bringt hierauf das Filtrat auf 300 cm<sup>3</sup>, setzt 100 g Bierhefe zu und läßt 48 Stunden lang bei einer Temperatur von 25° stehen. Hierauf wird filtriert, der klaren Flüssigkeit werden 700 cm<sup>3</sup> Alkohol zugesetzt. Die Hefe, welche man hierbei anwendet, muß zuvor 24 Stunden lang in einer 10 proz. Zuckerlösung gehalten worden sein, im Verlaufe dieser Gärung verliert die Hefe einen Teil ihres Stickstoffes und nimmt dann Eiweiß-

körper sehr begierig auf. Aus 100 g Malz hat man 3—3,5 g einer weißen Substanz erzielt, welche dasselbe aktive Vermögen zeigt wie 80 g des angewandten Malzes.

γ) Nach S. Fränkel, M. Hamburg und E. Pribram: 5 kg helles (Pilsener) Darrmalz werden mit 20 l Wasser in üblicher Weise gemischt, die Maische möglichst schnell über den Trebern geläutert, in Kolben gefüllt, 500 g reine Ansatzhefe und 500 g Calciumcarbonat der ganzen Flüssigkeitsmenge zugesetzt und vergoren. Nach Beendigung der Gärung, wenn kein Zucker mehr nachweisbar ist, wird filtriert oder zentrifugiert und das blanke Filtrat im Vakuum bei nicht mehr als 35° eingedampft, bis milchsaures Calcium zu krystallisieren beginnt. Man läßt dann möglichst in der Kälte die stark eingeeengte Lösung auskrystallisieren, bis sich ein starrer Krystallbrei bildet. Diesen saugt man auf der Nutsche möglichst scharf ab und preßt ihn aus, bis man eine ziemlich trockene Masse erhält. Die Diastase ist nun sowohl im Sirup, als auch in den Krystallen reichlich vorhanden und kann vom Calciumlactat durch Dialyse befreit werden.

#### b) Die Cytase.

Die Cytase ist ein cellulosespaltendes Enzym, über dessen Eigenschaften und Spaltprodukten noch sehr wenig bekannt ist. Wir wissen bloß so viel, daß dieses Enzym unter den physiologischen Verhältnissen der keimenden Getreidekörner die aus Cellulose bestehenden Zellwände auflöst. Die Cytase konnte aber nicht nur in den Getreidekörnern, sondern auch in zahlreichen parasitischen und saprophytischen Pflanzen festgestellt werden. Scheinbar entsteht als Endprodukt der Cellulose-spaltung keine Glucose. Noch weniger wissen wir über die Wirkung der Hemicellulase, welche die Hemicellulose abbaut.

#### c) Die Peptase.

Die Tatsache, daß bei der Keimung der Getreidekörner die Menge der löslichen Eiweißstoffe bzw. Abbauprodukte ansteigt und dies in noch viel größerem Maße beim Maischprozeß zu beobachten ist, hat auf Grund der Untersuchungen von Windisch, Schellhorn, Osborne und Campbell die Erklärung gefunden, daß in den keimenden Getreidekörnern ein eiweißspaltendes Enzym entsteht, welches tryptische Eigenschaften besitzt. Das Enzym ist aus Malz mit Glycerin extrahierbar. Das Extrakt verflüssigt Gelatine und baut lösliche Eiweißstoffe ab, und zwar schreitet der Abbau unter Umständen bis zu Aminosäuren. Bei niedriger Temperatur verläuft die Spaltung nur sehr langsam, erreicht bei ca. 50° C ihr Optimum, bei noch weiterer Erhöhung der Temperatur wird die Spaltwirkung abgeschwächt und hört bei 70° C vollkommen auf. Bei höheren Temperaturen verläuft die Spaltung nur sehr

langsam und erfolgt nicht bis zu Aminosäuren. Während bei der Keimung in den Körnern die unlöslichen Eiweißstoffe durch die vorhandenen Enzyme gelöst werden, d. h. hier auch peptische Wirkung vorhanden ist, spalten die proteolytischen Enzyme des Darrmalzes nur gelöste Eiweißstoffe, d. h. die Wirkung ist tryptisch. Über den Einfluß der Wasserstoffionenkonzentration wissen wir zur Zeit noch nichts Genaues. Die tryptischen Enzyme üben im allgemeinen ihre optimale Wirkung bei schwach alkalischer Reaktion aus. Die bei der Diastase erwähnten Untersuchungen von van Laer scheinen demgegenüber zu beweisen, daß die optimale Wirkung der Malzpeptase mit der der Diastase zusammenfällt. Die Praxis zeigt aber, daß in mehr alkalischen, besser gesagt weniger aciden Maischen mehr Eiweißabbauprodukte gewonnen werden können.

#### d) Die Lipase.

Die Lipase gehört zu den Esterasen und spaltet die Fette. Beim Mälzen und beim Maischprozeß ist zu beobachten, daß die vorhandenen Fettstoffe eine Hydrolyse erleiden, wobei theoretisch Glycerin und Fettsäure entstehen sollten. Man konnte aber die Gegenwart von Glycerin in keimenden Getreidekörnern oder im Malz nicht feststellen. Es ist leicht möglich, daß das entstandene Glycerin eine weitgehendere physiologische Bedeutung besitzt und nach Entstehung sofort wieder gebunden oder verändert wird. Die fettspaltende Wirkung der gekeimten Getreidekörner kann einwandfrei nachgewiesen werden. Da aber die Bedeutung der fettspaltenden Enzyme in bezug auf die Malzextrakterzeugung scheinbar keine Bedeutung besitzt, erübrigt es, sich mit diesem Enzym hier näher zu befassen.

#### e) Die Oxydase.

Die Gegenwart der Oxydasen ist in den keimenden Getreidekörnern nachgewiesen. Die Atmung der keimenden Getreidekörner, bei welcher in der Hauptsache Kohlensäure entsteht, beruht höchstwahrscheinlich auf enzymatischen Vorgängen mit oxydativem Charakter. Über die Eigenart dieser Enzyme, welche die Grundlagen des Lebensvorganges der lebenden Körner bildet, wissen wir nichts Näheres. Außer dieser Bedeutung spielen die Oxydasen auch bei der Farbbildung der Getreidearten bzw. der Malzextrakte eine Rolle. Die gekeimten und gedarrten Getreidekörner besitzen zumeist eine helle bis dunkle Farbe. Diese dunkle Farbe wird zumeist durch Entstehung von Röstprodukten gedeutet, die auch in die Extrakte übergehen und ihre dunkle Farbe verursachen sollten. Größtenteils wird aber das Malz nicht bei so hoher Temperatur gedarrt, um die Entstehung dunkelgefärbter Röstprodukte verstehen zu können. Dazu kommt noch die Beobachtung, daß die Farbe

der erhaltenen Extrakte streng mit der Wasserstoffionenkonzentration zusammenhängt. Je alkalischer die Extrakte sind, um so dunkler sind sie auch. Wir haben auch auf Grund dieser Beobachtung die Möglichkeit, je nach Belieben helle oder dunkle Extrakte zu erzeugen. Der Einfluß der Wasserstoffionenkonzentration auf die Extraktfarbe kann uns auf den Gedanken bringen, daß hier wohl eine enzymatische Reaktion vorhanden ist. Die im Malz bzw. in den Malzextrakten vorhandenen Aminosäuren ermöglichen die Entstehung von melaninartigen Körpern mit Hilfe der Oxydasen, deren Gegenwart in den Malzextrakten einwandfrei festgestellt werden kann. Die melaninartigen Körper sind gefärbte Substanzen, welche durch Oxydation der Aminosäuren entstehen. So z. B. bildet das Tryptophan unter der Einwirkung des Luftsauerstoffes dunkelgefärbte Melanine, während andere Substanzen, wie z. B. das Tyrosin erst unter der Einwirkung eines Tyrosinase genannten Oxydase-enzymen Melanine bildet. Die Melaninbildungsfähigkeit der Aminosäuren ist sehr verschieden. Die stärkste Reaktion konnte nach Bloch mit Dioxyphenylalanin erhalten werden. Diese Substanz kann zum Nachweis von tyrosinaseartigen Enzymen verwendet werden, wobei die hervorgerufene Reaktion nach Bloch Dopareaktion genannt wird. Das Malz und die Malzextrakte zeigen ebenfalls diese Dopareaktion, nur hängt das Ergebnis von der Wasserstoffionenkonzentration ab. Die in der Praxis vorhandenen Diastaseauszüge zeigen zumeist eine Wasserstoffionenkonzentration, die zwischen 3,5 bis 6,0 schwankt. Bei diesen Konzentrationen ist die Dopareaktion sehr schwach, ihr Optimum wird bei  $p_H = 8$ , d. h. bei einer ziemlich alkalischen Reaktion erreicht. Im Malz bzw. im Malzextrakt ist also ein tyrosinaseartiges Enzym vorhanden. Die tyrosinaseartigen Enzyme haben sich im allgemeinen als Gemische einer Phenolase und einer Amidase erwiesen. Die Phenolasen sind Enzyme, welche die Phenole oxydieren, Amidasen sind Fermente, welche die Eiweißabbauprodukte, die Aminosäuren desaminieren. Demzufolge scheint die Melaninbildung und die Dopareaktion eine Desaminierung und eine darauf folgende Oxydation der Phenole zu sein. Die Melaninbildung verläuft in den Malzextrakten sehr langsam, da die Wasserstoffionenkonzentration vom Optimum sehr weit entfernt ist. Man kann beobachten, daß frisch bereitete Extrakte erst allmählich beim Lagern eine dunklere Farbe annehmen. Dies hat manchmal auch seine praktische Bedeutung, so z. B. wenn man helle Trockenextrakte erzeugen will, wobei es ratsam ist, immer frisch eingedickte Extrakte zu trocknen.

## B. Das Getreide.

Als Rohstoffe der Malzextraktfabrikation kommen in erster Reihe die Getreidearten in Betracht. Sie sind in Europa am leichtesten zugänglich, während die sonstigen stärkehaltigen Materialien zumeist einen mehr oder weniger exotischen Charakter besitzen. Das Getreide besitzt im allgemeinen diastatische Eigenschaften, wenn diese auch bei einzelnen Arten recht geringfügig sind. An erster Stelle steht die Gerste, dann folgt der Weizen. Roggen, Mais, Hafer, Reis haben eine geringere, sogar oft nur ganz unbedeutende diastatische Kraft, so daß hochdiastatische Extrakte mit ihrer Hilfe niemals zu erzielen sind. Außerdem ist die Vermälzung dieser Getreidearten nicht übermäßig bequem. Weizen wird auch nur selten vermälzt, da der Preis zu hoch ist. Die Mehrzahl der Getreidearten bildet zumeist nur einen Zusatz bei der Extraktfabrikation.

### 1. Die Gerste.

Die Gerste (*Hordeum*) ist der wichtigste Rohstoff der Malzextraktfabrikation. Ihre Verwendung erfolgt auf demselben Wege wie in der Bierbrauerei. In der gekeimten Gerste entwickelt sich eine diastatische Kraft, das gedarrte Malz wird dann verzuckert und das gewonnene Extrakt wird eingedampft.

Die Gerste, welche die erste Kulturpflanze der Welt ist und unter äußerst verschiedenen klimatischen Verhältnissen kultiviert wird, ist in verschiedenen Arten vorzufinden, wird aber im allgemeinen von der Art vollkommen unabhängig verwendet. Maßgebend sind nur die chemischen und physiologischen Eigenschaften. Wie weiter unten noch näher ausgeführt wird, sind diese chemischen und physiologischen Eigenschaften von der Art sozusagen ganz unabhängig und ändern sich bei ein und derselben Art unter verschiedenen klimatischen und Bodenverhältnissen in viel weiteren Grenzen als bei verschiedenen Arten unter denselben Verhältnissen. Auf dieser Grundlage wäre es eigentlich zwecklos, die als Rohstoff dienende Gerste bezüglich ihrer Art einer näheren Untersuchung zu unterwerfen. Da aber in den verschiedenen Gegenden und klimatischen Verhältnissen zumeist bestimmte Gerstensorten angebaut werden und diese Sorten nach Jahrgängen und klimatischen Verhältnissen immer gewisse Abweichungen oder gewisse normale Eigenschaften aufweisen, so kann man oft schon nach dem Äußern der Gerstensorten verschiedene Eindrücke bzw. Aufschlüsse über die Qualität auf Grund der Erfahrungen gewinnen.

Die Gerste wird in erster Linie nach der Anordnung der Gerstenkörner in der Ähre unterschieden:

1. sechszeilige Gerste (*Hordeum hexastichum*);
2. vierzeilige oder gemeine Gerste (*Hordeum tetrastichum* oder vulgare);
3. zweizeilige Gerste (*Hordeum distichum*).

In der Ähre der sechszeiligen Gerste sind sechs gleichförmig ausgebildete Körner um die Spindel sternförmig angeordnet. Bei der vierzeiligen Gerste sind in der Ähre ebenfalls sechs Körner um die Spindel angeordnet, jedoch sind diese nicht gleichförmig entwickelt; vier Körner sind untereinander gleich und zwei weichen in der Form ab. Der Unterschied zwischen der sechs- und vierzeiligen Gerste ist dadurch erkennbar, daß der Querschnitt der sechszeiligen Ähre sechseckig ist und der der vierzeiligen viereckig. Die zweizeilige Gerste enthält zwei voll ausgebildete Körner, während vier weitere gänzlich verkümmert sind. Wenn die Gerste noch an der Ähre ist, so kann man diese dreierlei Gerstensorten leicht voneinander unterscheiden. Hat man aber schon eine gedroschene vor sich liegen, so kann man bloß noch feststellen, ob man eine vierzeilige Gerste vor sich hat oder nicht. Die vierzeilige Gerste enthält, wie erwähnt, zwei nicht normal entwickelte Körner im Querschnitt, welche eine leicht erkennbare gekrümmte Form besitzen. Diese gekrümmten Körner sind leicht zu erkennen und werden Krummschnäbel genannt. Die physiologischen Eigenschaften dieser Krummschnäbel weichen zumeist von denen normal entwickelter Körner ab, weshalb die vierzeilige Gerste in der Brauerei nicht besonders beliebt ist. Wir finden in der Literatur oft Angaben darüber, daß die vier- und sechszeilige Gerste einen höheren Eiweißgehalt als die zweizeilige Gerste besitzt, weshalb die vier- und sechszeilige Gerste hauptsächlich in der Brennerei und die zweizeilige Gerste hauptsächlich in der Brauerei verwendet wird. Obwohl diese Behauptungen in der Praxis oft bestätigt werden, läßt sich dies als Regel doch nicht angeben. Man kann vielmehr oft das Gegenteil beobachten, weshalb niemals die Sorte, sondern bloß die Eigenschaften der Gerste mit Rücksicht auf ihre Anwendung maßgebend ist.

Im allgemeinen werden die Gerstenarten zumeist nach ihrer Herkunft bezeichnet. Soz. B. finden wir im Handel böhmische, russische, ungarische, mandschurische, mährische usw. Gerste. Neben dieser Unterscheidung nach Herkunft kann auch eine solche auf Grund von botanischen Merkmalen durchgeführt werden, worauf hier nicht näher eingegangen werden soll.

Die Gerste wird als Winter- und Sommergerste angebaut. Die Wintergerste ist meistens eiweißreicher und kleinkörnig und dient als Futtergerste, während die Sommergerste weniger Eiweiß enthält, eine höhere Extraktausbeute liefert und deshalb in erster Linie als Braugerste dient.

Das Gerstenkorn hat eine längliche, an beiden Enden zugespitzte Form, wobei das eine Ende zumeist dünner gespitzt, das andere Ende

mehr stumpf ist. Alle Gerstenarten sind mit Ausnahme der sogenannten nackten Gerste von einer äußeren dicken Hülle, der sogenannten Spelze umgeben. Die Spelze besteht aus zwei Teilen, welche die untere und obere Seite, d. h. die Bauch- und Rückenseite des Gerstenkorns getrennt umfassen, wobei die auf der Rückenseite liegende Spelze über die Bauchseitenspelze übergreift. Die Rückenseitenspelze ist am spitzigeren Ende des Korns verlängert und bildet die Granne. Das Gerstenkorn sitzt mit dem stumpfen Ende an der Ährenspindel. Die Bauchseite oder untere Seite des Gerstenkorns ist mehr flach, während die obere Seite oder die Rückenseite mehr gewölbt ist. An der Bauchseite verläuft in der Länge des Korns eine Furche, in welcher am stumpferen Ende eine mit Haaren versehene Borste, die Basalborste sitzt. Das Aussehen dieser Basalborste ist charakteristisch für die einzelnen Gerstenarten, die sich auf Grund der Basalborste näher bestimmen lassen. Die Spelze ist ein Überbleibsel der Blütenschutzhülle. Unterhalb der Spelze finden wir die wahren Hüllblätter des Korns, und zwar das äußere Hüllblatt, das Perikarp und das innere Hüllblatt, die Testa. Die Eigenschaften dieser Hüllen besitzen eine große Bedeutung für die Weiche der Gerste. Das äußere Hüllblatt (die Spelze) läßt sich von der Gerste nach einer bestimmten Quellreife ablösen. Besonders leicht kann dies erfolgen, wenn man das Gerstenkorn nicht in Wasser, sondern in ammoniakalischem Wasser quellen läßt. Die Menge der so abgelösten Spelzen beträgt ungefähr 7—12%. Nach Entfernung der Spelze erblickt man die oben erwähnten wahren Hüllblätter, welche miteinander vollkommen verwachsen sind. Die beiden Hüllblätter werden auch Frucht- und Samenschale genannt und bestehen aus dünnwandigen parenchymatischen Zellen. Innerhalb dieser Schalen befindet sich der Mehlkörper (Endosperm) und der Keimling (Embryo). Der Mehlkörper besteht ebenfalls aus einer Menge parenchymatischer Zellen, welche mit Stärkekörnern gefüllt sind, er ist von der Frucht und Samenschale durch eine Aleuron- oder Kleberschicht getrennt. In dieser Kleberschicht sind die Aleuronkörper in eine protoplasmatische Grundmasse eingebettet, im Mehlkörper sind wieder die Stärkekörner in eine plasmatische Masse eingebettet. Die stärketragenden Mehlkörperzellen sind untereinander ebenfalls verkittet, bzw. die Lücken sind zwischen den Zellen mit einer kohlenhydratartigen und einer eiweißartigen Substanz ausgefüllt. Im unteren Teil des Gerstenkorns befindet sich der Keimling (Embryo), welcher die Form eines Schildchens hat. Er wird deshalb Schildchen oder Scutellum genannt. Der Keimling enthält sämtliche Teile der aus dem Korn sich entwickelnden jungen Pflanze. Das Schildchen steht mit dem Mehlkörper in enger Berührung und ist eigentlich ein Aufsaugeorgan des Keimlings. Durch das Schildchen treten die dort entstehenden Enzyme in den Mehlkörper und die dort entstandenen Abbauprodukte, welche

dem Keimling als Nahrung dienen, werden ebenfalls durch das Schildchen dem Keimling zugeführt. Das Schildchen wird vom Endosperm durch eine Epithelschicht, durch das sogenannte Aufsaugepithel, getrennt. Die physiologischen Vorgänge des lebenden Gerstenkorns verlaufen durch das Aufsaugepithel. Vom Schildchen bekommen die im Keimling befindlichen Organe der jungen Pflanze, und zwar der Blattkeim (Plumula) und der Wurzelkeim (Radicula) ihre Nahrung. Der Blattkeim besteht aus vier Blättchen, welche von einer Hülle, von der Blattkeimscheide, umgeben sind. Der Wurzelkeim ist vollkommen in die Wurzelscheide eingebettet. Die physiologische Bedeutung des Mehlkörpers ist, dem Keimling so lange Nahrungsmittel zuzuführen, bis der Wurzelkeim mit fortschreitender Keimung fähig ist, aus dem Boden die erforderliche Nahrung hervorzunehmen.

Die chemische Zusammensetzung der Gerste schwankt in sehr weiten Grenzen und hängt fast überhaupt nicht von der Art der Gerste ab. Die Zusammensetzung ist vielmehr eine Funktion der Boden-, der Düngungsverhältnisse und des Klimas. Ausschlaggebend ist auch noch die Erntezeit und das Schicksal der geernteten Gerste bis zur endgültigen Verwendung: In der Praxis hat man sehr wenig mit diesen Verhältnissen zu tun, da der Brauer, der Brenner oder der Malzextraktfabrikant zumeist eine Handelsgerste erhält und über die Anbauverhältnisse sehr wenig erfahren kann. Wenn man auch diese Einflüsse auf die chemische Zusammensetzung der Gerste kennt, so hat dies doch keinen praktischen Wert; das Hauptgewicht muß immer darauf liegen, ob eine vorhandene Gerstenqualität einem bestimmten Zweck entspricht oder nicht. Allerdings kann der Landwirt darauf trachten, Gerstenarten zu züchten, welche mehr oder weniger für einen bestimmten Zweck geeignet sind. Man kann demgemäß im Handel Braugerste, Futtergerste und Brennereigerste vorfinden. Es besteht die Möglichkeit, durch künstliche Düngung unter gegebenen klimatischen Verhältnissen die Zusammensetzung der Gerste in gewissem Maße zu beeinflussen, so z. B. verursacht eine reichliche Stickstoffdüngung einen hohen Eiweißgehalt, wodurch die Gerste für Brauzwecke geringwertiger wird. Mit der Stickstoffdüngung muß also vorsichtig vorgegangen werden. Neben der Stickstoffdüngung ist noch eine Kali- und Phosphorsäuredüngung notwendig. Es lassen sich diesbezüglich keine allgemeinen Vorschriften geben, und man muß sich stets nach dem jeweiligen Düngezustand und sonstigen Eigenschaften des Bodens richten. Die chemische Qualität der Gerste wird noch besonders durch die Witterung beeinflusst. Übermäßig trockenes Wetter schadet ebenso wie übermäßig nasses Wetter. Ist anhaltende große Trockenheit, so erhält man eine notreife und stickstoffreiche Gerste. Die Farbe dieser Gerste ist zumeist hell. Demgegenüber liefert ein nasser Sommer unreife Gerste, bei welcher der Reifevorgang

nicht beendet ist, d. h. der Aufbau der Eiweißsubstanzen und der Stärke ist in geringerem Maße vorgeschritten, als bei der normalgereiften Gerste. Da die Keimfähigkeit mit der Reife in engem Zusammenhange steht, ist diese Unterreife von besonderer Bedeutung, indem die unreifen Gersten sehr schlecht keimen.

Wie bereits erwähnt wurde, steht die chemische Zusammensetzung in keinerlei festem Verhältnis zur Art der Gerste, diese ist vielmehr eine Funktion der Bodenverhältnisse und des Klimas. Schon König hat nachgewiesen, daß ein und dieselbe Gerste in Sand-, Lehm- und Kalkboden der Reihe nach 11,1%, 13,4% und 12,7% Eiweißgehalt aufwies. Noch größere Unterschiede werden erhalten, wenn dieselbe Gerste an verschiedenen Orten angebaut wird. Eckenbrecher, Kießling u. a. haben ebenfalls gefunden, daß dieselbe Gerstenart unter verschiedenen Verhältnissen weit größere Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung aufweist, als verschiedene Gerstenarten unter gleichen Verhältnissen.

Einen annähernden Aufschluß über die Zusammensetzung der Gerste geben folgende Durchschnittswerte, welche auf Grund von 544 Analysen nach König berechnet sind.

	%	berechnet auf H <sub>2</sub> O freie Substanz %
Wasser . . . . .	12,95	—
Stickstoffsubstanzen . . . . .	9,68	11,12
Fett . . . . .	1,96	2,25
Stickstofffreie Extraktstoffe . . . . .	68,51	78,70
Rohfaser . . . . .	4,40	5,05
Asche . . . . .	2,50	2,87

Diese angeführten Zahlen für die chemische Zusammensetzung schwanken in weiten Grenzen.

Der Wassergehalt ist für die normale Zusammensetzung in der Königschen Analyse etwas zu hoch. Normal haben wir einen Wassergehalt zwischen 10 und 12%. Die Höhe des Wassergehalts hat selbst nur mit Rücksicht auf die Beurteilung der Gerste eine Bedeutung. Nicht vollreife Gerste oder feucht gewordene Gerste hat stets einen hohen Wassergehalt. Sowohl die unreife, als auch die feucht gewordene Gerste hat eine geringe Keimkraft. Im ersten Fall entwickelt sich nicht die volle Keimkraft, während im zweiten Falle die Keimkraft geschädigt wird, wobei die infolge des hohen Feuchtigkeitsgehalts sich entwickelnden Pilze keine unbedeutende Rolle spielen. Die feuchte Gerste ist nicht lagerfähig, da während des Lagerens die physiologische Tätigkeit, die Atmung des Gerstenkorns, infolge des größeren Wassergehalts stark beschleunigt wird. Die enzymatische Tätigkeit beginnt im Korn, Eiweiß und Stickstoff werden verarbeitet, die Gerste erhitzt sich und Kohlen-

säure wird entwickelt. Einesteils kann nun die Keimfähigkeit durch die Hitze geschädigt werden, andererseits kann die Gerste in der Kohlen-säureatmosphäre ersticken. Um diese Nachteile zu vermeiden, pflegt man die Gerste zu trocknen, wodurch eine gute Lagerfähigkeit erreicht wird, oft wird aber die Keimfähigkeit auch durch die Trockentemperatur geschädigt.

Dem Stickstoffgehalt, d. h. dem Eiweißgehalt wird eine weit größere Bedeutung zugemessen. Der Eiweißgehalt schwankt zwischen 8 und 15 %. Es wird angenommen, daß für Brauereizwecke nur die Gerste mit niedrigem Eiweißgehalt, für Brennereizwecke nur die Gerste mit hohem Eiweißgehalt verwendbar ist. Als Grenze wurde 11 % angenommen, obwohl viele Beobachtungen bewiesen haben, daß so manche Gerstensorten mit niedrigerem Eiweißgehalt auch für die Brennerei und wieder solche mit höherem Eiweißgehalt für die Brauerei geeignet sind. Als Regel wird angenommen, daß die Gerstensorten mit hohem Eiweißgehalt schwer vermälzbar sind, denn obwohl eine hohe diastatische Kraft erreicht werden kann, ist gleichzeitig die Auflösung und die Extraktausbeute viel schlechter. Es hat sich nun gezeigt, daß derartige Annahmen eine unnötige Beschränkung bedeuten. Schon Prior hat gefunden, daß auch Gersten mit 12 % Eiweiß ein tadelloses Malz liefern können, wogegen Haase streng behauptet hatte, daß eine gute Malzgerste nicht über 10 % Eiweiß enthalten dürfe. Haase hat diese Forderung auf seine aus dem Jahre 1902 stammenden, an schlesischer Gerste vollführten Analysen gestützt. Dieselbe Gerste hat aber im Jahre 1905 im Durchschnitt 11 % Eiweiß enthalten und lieferte ein ebenfalls vorzügliches Malz. Die späteren Untersuchungsergebnisse erlauben überhaupt nicht die Aufstellung einer festen Regel bezüglich der Verwendbarkeit der Gerste auf Grund des Eiweißgehalts. Einzig die physikalischen und physiologischen Eigenschaften sind maßgebend, und außerdem kann die Mälzung der verschiedenen Gersten niemals nach einem festen Schema erfolgen, es muß das Verfahren immer den vorhandenen Eigenschaften angepaßt werden, bzw. müssen diese zur Erzielung eines guten Malzes ausgenutzt werden.

Die Eiweißstoffe der Gerste sind nicht einheitlich. In erster Annäherung können diese in wasserlösliche und wasserunlösliche geteilt werden. Das Verhältnis dieser beiden Gruppen ist für den physiologischen Zustand der Gerste ausschlaggebend. Schjerning hat zuerst nachgewiesen, daß die Gerste ihre volle Reife dann erreicht hat, wenn die Umwandlung der löslichen Stickstoffsubstanzen und Kohlenhydrate in unlösliches Eiweiß und unlösliche Stärke ihr Maximum erreicht hat. Der Reifevorgang besteht also darin, daß die in das Korn in löslicher Form gewanderten Eiweißsubstanzen und Kohlenhydrate dort in unlöslicher Form als Eiweiß und Stärke abgelagert werden. Die frühreife

Gerste enthält also immer weniger, die überreife wieder stets mehr Eiweiß als die normalreife Gerste. Schjerning hat gefunden, daß die Menge der unlöslichen Stickstoffsubstanzen bei der Reife von 45 % auf 18 % sinkt (den Gesamteiweißgehalt für 100 % genommen). Diese Ergebnisse decken sich mit den Ergebnissen von Kukla, Jalovetz, Prior, Wahl u. a.

Die Eiweißstoffe der Gerste gehören zur Gruppe der Globuline. Näher ist nur das Edestin, das Hordein und ein Pflanzencasein bekannt. Zu den löslichen bzw. abgebauten Eiweißstoffen gehören die Albumosen und Peptone, welche nicht koagulierbar sind. Es sind auch noch weitgehendere Abbauprodukte vorhanden: Glutaminsäure, Leucin, Asparagin, Tyrosin usw.

Die Höhe des Eiweißgehalts korrespondiert mit der Menge der stickstofffreien Substanzen. Haase will über diese selbstverständliche Regel hinaus noch festgestellt haben, daß jeder Erhöhung des Eiweißgehalts eine Verminderung des Stärkegehalts entspricht. Obwohl die schlesische Gerste in manchen Jahrgängen dieser Regel folgte, konnte bei anderen Gerstenarten nichts beobachtet werden, was auf das Vorhandensein einer derart allgemeingültigen Regel deuten könnte.

Der Stärkewert schwankt ebenfalls in weiten Grenzen. Für praktische Zwecke hat der absolute Gehalt an reiner Stärke keine Bedeutung; der Stärkewert gibt die Gesamtmenge der löslichen und unlöslichen Kohlenhydrate an. Die normalreife Gerste enthält nur geringfügige Mengen an löslichen Kohlenhydraten. Diese Menge beträgt in der Regel nie mehr als 1—2 %. Der Stärkewert schwankt zwischen 57 bis 65 %, wobei der wahre Stärkegehalt zumeist um 1—2 % geringer ist.

Vom praktischen Standpunkt aus besitzt eigentlich nur der Extraktgehalt, d. h. die Menge der auf enzymatischem Wege gewinnbaren löslichen Substanzen eine Bedeutung. Das Extrakt besteht in der Hauptsache sowohl aus Kohlenhydraten, als auch aus Eiweißabbauprodukten, wobei die mineralischen Bestandteile noch einen geringeren Beitrag liefern. Als Regel läßt sich behaupten, daß Gerste mit hohem Eiweißgehalt zumeist einen niedrigen Extraktgehalt hat, wie dies aus folgender Tabelle zu sehen ist:

Eiweißgehalt %	Extraktgehalt %
10,0—10,5	72,75
10,5—11,0	72,24
11,0—11,5	71,73
11,5—12,0	71,26
12,0—12,5	70,80
12,5—13,0	70,30
13,0—13,5	70,25
13,5—14,0	70,25

Der Fettgehalt der Gerste beträgt im Durchschnitt 2 % und schwankt nach König zwischen 1,35 % und 2,97 %. Das Fett besteht aus einem bei gewöhnlicher Temperatur flüssigen und aus einem festen Bestandteil. Als Fett wird zumeist auch das Lecithin mit bestimmt.

Der Rohfasergehalt beträgt durchschnittlich 5,05 %, schwankt aber von 4,3 bis 6,6 %.

Die Durchschnittswerte sind nicht als feststehend zu betrachten, da z. B. Clifford-Richardson 4,08% dafür gefunden hat. Die eiweißreiche Gerste hat einen höheren Rohfasergehalt, was auch die Untersuchungen von Bleisch und Regensburger bestätigt haben.

Der Aschengehalt beträgt im Durchschnitt 2,87% und schwankt von 2,5 bis 3,5%, auf Trockensubstanz berechnet. Die Höhe des Aschengehalts hängt in erster Linie von den Bodenverhältnissen ab. Nach E. v. Wolf hat die Gerstenasche folgende Zusammensetzung:

	Maximum %	Minimum %	Mittel %
Gehalt der Trockensubstanz der Gerste an Reinasche . . . . .	3,09	1,09	2,60
In der Reinasche sind enthalten:			
Kali ( $K_2O$ ) . . . . .	32,20	11,39	20,15
Natron ( $Na_2O$ ) . . . . .	6,00	0,00	2,53
Kalk ( $CaO$ ) . . . . .	4,20	1,21	2,60
Magnesia ( $MgO$ ) . . . . .	12,47	5,00	8,62
Eisenoxyd ( $Fe_2O_3$ ) . . . . .	2,93	0,00	0,97
Phosphorsäure ( $P_2O_5$ ) . . . . .	42,56	26,01	34,68
Schwefelsäure ( $SO_3$ ) . . . . .	3,50	0,00	1,69
Kieselsäure ( $SiO_2$ ) . . . . .	36,73	17,27	27,54
Chlor . . . . .	5,24	0,00	0,93

Die Analysen an ungarischer Gerste ergeben im Durchschnitt folgende Ergebnisse:

	In 100 Teilen Reinasche sind enthalten								
	$K_2O$ %	$Na_2O$ %	$CaO$ %	$MgO$ %	$Fe_2O_3$ %	$P_2O_5$ %	$SO_3$ %	$SiO_2$ %	Cl%
Sommergerste	20,88	2,43	2,66	8,78	1,20	35,00	1,85	25,96	1,08
Wintergerste	16,40	4,10	0,75	12,50	1,71	32,76	3,02	28,80	—
Durchschnitt	18,64	3,26	1,71	10,64	1,45	33,88	2,43	27,38	?

Der Aschengehalt übt einen entscheidenden Einfluß auf die Wasserstoffionenkonzentration der Gerste bzw. des Malzes aus. Die aus der Gerste erzeugten Lösungen sind zumeist gut gepuffert. Über die Bedeutung dieser Bestandteile wird noch Näheres bei der Weiche der Gerste und beim Maischen des Malzes angegeben.

Beziehungen zwischen dem Aschengehalt und anderen Substanzen lassen sich schwer finden. Die Untersuchungen von Delbrück erlauben die Annahme, daß die Höhe des Eiweißgehalts den Aschengehalt nicht beeinflusst. Demgegenüber behaupten Le Clerc und R. Wahl, daß in gewissen extremen Fällen ein höherer Phosphorsäuregehalt einem niedrigeren Eiweiß- und höheren Stärkegehalt entspricht, d. h. Phosphordünger verringert den Eiweißgehalt und erhöht den Stärkegehalt. Demgegenüber erhöht der Stickstoffdünger den Eiweißgehalt und verringert die Stärke. Kunz hat nun wieder von derartigen Verhältnissen nichts gefunden. Diese Frage ist bis heute nicht entschieden, und es läßt sich wohl behaupten, daß eine gültige Regel überhaupt nicht feststellbar ist.

In der Gerste befinden sich erhebliche Pentosanmengen, welche einen bedeutenden Teil des stickstofffreien Extraktes ausmachen. Die Pentosanmengen betragen 8,2—12,0%. Zwischen dem Pentosangehalt und dem Rohfasergehalt scheint nach Calabresi ein festes Verhältnis zu herrschen: je mehr Rohfaser, um so mehr Pentosane. Der Rohfasergehalt ist im Mittel nach König 5,05% (4,34—6,68%). Oft werden auch niedrigere Werte gefunden, so z. B. beträgt der Durchschnittswert des Rohfasergehaltes bei von mir in den Jahren 1924/25 untersuchten ungarischen Gersten 4,15%. Je höher der Spelzengehalt ist, um so mehr Rohfaser ist vorhanden. Der hohe Eiweißgehalt scheint auch eine höhere Rohfasermenge zu bedingen.

Das Verhältnis von löslichem Eiweiß zu Gesamteiweiß scheint oft umgekehrt zu sein, da eine Gerste mit niedrigem Eiweißgehalt stets eine relativ größere Menge an löslichem Eiweiß enthält als eine Gerste mit höherem Eiweißgehalt.

Anzahl der Analysen	Eiweißgehalt	
	Gesamt-Eiweiß %	löslicher Anteil in % des ges. Eiweiß
5	10,2	19,7
6	10,7	18,0
12	10,6	18,2
3	10,4	18,2
7	10,8	18,3
16	10,5	18,1
<b>Mitte</b> 49	10,55	18,3
10	10,9	18,3
9	11,0	17,6
5	11,2	18,6
3	11,4	18,5
2	11,5	18,4
2	11,7	19,0
12	11,9	18,2
<b>Mitte</b> 43	11,17	18,2
3	12,0	18,3
2	12,2	17,9
4	12,3	18,0
1	12,5	18,1
5	12,7	17,6
3	12,8	18,5
1	12,9	18,2
<b>Mitte</b> 19	12,47	18,0
3	13,2	18,5
3	13,5	18,6
1	13,9	16,9
1	14,2	17,1
<b>Mitte</b> 8	13,53	18,2

In Einzelfällen kann man wirklich derartiges beobachten, wird hingegen eine genügend große Zahl von Analysen verglichen bzw. deren Mittelwert berechnet, so verschwindet der Unterschied, bzw. wird dieses Verhältnis undeutlich. Aus nebenstehender Tabelle ist dies klar zu ersehen:

Diese Tabelle zeigt wieder einmal, daß sich derartige ständig gültige Regeln nicht mit Gewißheit festlegen lassen. Oft trifft die Regel zu, oft aber nicht. Das Vorherrschen solcher Regeln dürfte nur eine zufällige, besser gesagt, eine von unbekanntem Faktoren abhängige sein.

Der Lecithingehalt der Gerste ist im Durchschnitt 0,52%. Stoklasas Beobachtungen, daß einem höheren Eiweißgehalt ein höherer Lecithingehalt entspricht, dürfte nicht immer stichhaltig sein und hat bis heute keine Bestätigung

gefunden. Der Phosphorsäuregehalt der Gerste ist nur zu geringem Teil in Form von Lecithin vorhanden (nur etwa 5%), der Rest ist aber auch nicht in anorganischer, sondern ebenfalls in organischer Form (zumeist als Salze verschiedener organischer Phosphorsäuren, z. B. als Phytin) vorhanden.

Der Spelzenanteil der Gerste ist für die Qualität der Gerste besonders wichtig, je größer dieser ist, um so geringer ist der Mehlkörper. Diese Tatsache ist vom Standpunkt der Brauerei von Bedeutung, da die Extraktausbeute eine geringere ist. Will man Malzextrakte ohne Diastase erhalten, so besteht dieselbe Forderung gegenüber dem Spelzenanteil, will man aber eine hohe diastatische Kraft erhalten, so muß man oft Gersten mit größerem Spelzenanteil verwenden, da der höhere Eiweißgehalt bzw. die höhere diastatische Kraft oft von höherem Spelzenanteil begleitet wird.

Nach Prior besteht zwischen dem Eiweißgehalt und Spelzenanteil keine Beziehung. Wie wir weiter unten sehen werden, haben die kleinen Gerstenkörner zumeist einen höheren Eiweißgehalt und selbstverständlich gleichzeitig einen größeren Spelzenanteil. Wenn also eine feinkörnige Gerste mit hohem Eiweißgehalt vorliegt, so läuft dieser mit einem hohen Spelzenanteil parallel. Dies muß aber nicht immer der Fall sein, da man sich leicht eine feinkörnige Gerstensorte mit dicken Spelzen und eine feinkörnige Gerstensorte mit dünnen Spelzen vorstellen kann, wodurch der Spelzenanteil bei den verschiedenen Korngrößen ausgeglichen wird. Da der Spelzenanteil etwas Nutzloses ist, so wird man stets Gersten mit dünnen Spelzen vorziehen. Der Spelzenanteil der Gerste ist eine Folge der Sorte, sowie von Boden- und Witterungsverhältnissen. Die Größe des Spelzenanteiles schwankt bei der Sommergerste zwischen 7,5 und 12,5% und bei der Wintergerste zwischen 8 und 14%.

Der Mehlkörper weist verschiedene physikalische Eigenschaften auf. Der Querschnitt mancher Körner ist mehlig und undurchsichtig, während andere einen glasigen, hornigen, durchscheinenden Querschnitt besitzen. Man kann beobachten, daß die Glasigkeit sich zumeist nicht auf den ganzen Mehlkörper erstreckt, dementsprechend spricht man von ganz- und halbglasigen Körnern. Diese Einteilung erlaubt noch viele Übergänge. Man findet Körner, welche zwar nicht glasig sind, jedoch deren Mehlkörper eine größere Härte aufweist, sodann Körner, welche nur im geringen Grade glasig sind usw. Es ist kaum eine Gerste zu finden, welche nicht zu einem bestimmten Prozentsatz mehr oder weniger glasig wäre.

Die allgemeine Erfahrung sagt, daß glasige Gerste bei der Vermahlung Schwierigkeiten bietet. Diese sollen im entsprechenden Kapitel näher besprochen werden, hier soll nur kurz so viel bemerkt werden, daß glasige Gerste eine schlechtere „Auflösung“ zeigt.

Die Glasigkeit kann verschiedene Ursachen haben. Brown und Escombe haben beobachtet, daß glasige Körner oft mit Hilfe einer „künstlichen Reife“ in mehlig überführt werden können. Wird die Gerste für 24 Stunden in Wasser geweicht und dann bei niedriger Temperatur getrocknet, so vermindert sich die Anzahl der glasigen Körner, während ein Teil der Körner weiter glasig bleibt. Es muß also hier eine Glasigkeit zweierlei Art vorliegen. Jene Glasigkeit, welche beim Weichen und nachfolgenden Trocknen verschwindet, nennt man scheinbare oder gutartige Glasigkeit, jene bleibende wird demgegenüber wahre oder schädliche genannt.

Nach Brown, Escombe und Beaven ist die Mehligkeit ein Zeichen der Reife. Erreicht das Korn die physiologische Reife, so tritt eine Deformation, Degeneration der Zellkerne des Mehlkörpers ein. Diese Degeneration soll die Mehligkeit verursachen. Die gutartige Glasigkeit ist ein Zeichen der nicht richtigen Reife. Solche Gerste kann, wie bereits erwähnt, durch Weichen und Trocknen künstlich gereift werden. Die künstlich gereifte Gerste läßt die Degeneration der Zellkerne nicht beobachten und kann daher von der richtig gereiften unterschieden werden. Die künstlich gereifte Gerste ist selbstverständlich mit richtig reifer nicht gleichwertig, da die physiologischen Eigenschaften (Keimfähigkeit, diastatische Kraft usw.) schlechter sind. Johannsen hat beobachtet, daß der Unterschied zwischen glasigem und mehligem Mehlkörper sich auch in der physikalischen Struktur zeigt. Die Mehligkeit wird durch die größere Anzahl der vorhandenen, mit Luft gefüllten Zwischenräume bedingt. Johannsen behauptet auch, daß die Glasigkeit zum Eiweißgehalt in keinerlei Verhältnis steht, während bis dahin angenommen wurde, daß ein solches Verhältnis vorhanden sein muß. Dies wurde auch von den Untersuchungen Grönlunds bestätigt, indem er bei mehligger Gerste oft einen höheren Eiweißgehalt feststellte als bei glasiger. Schultze hat bei mehligger Gerste sogar stets einen höheren Eiweißgehalt beobachten können. Demgegenüber haben nach Jalovetz die mehligten Körner stets einen niedrigeren Eiweißgehalt.

Diese Ergebnisse stehen untereinander in starkem Widerspruch. Bei den gutartig glasigen Körnern wird wohl kein festes Verhältnis zwischen Glasigkeit und Eiweißgehalt bestehen, wogegen die wahre Glasigkeit stets von hohem Eiweißgehalt begleitet zu sein scheint. Die wahrglasigen Körner besitzen kleine und dichtgelagerte Zellen mit dicken Zellwänden, und das spezifische Gewicht des Mehlkörpers ist erhöht. Auch die Qualität der Eiweißsubstanzen ist verschieden, indem Beaven in den glasigen Körnern einen zweimal höheren alkohollöslichen Eiweißgehalt fand als in mehligten Körnern. Insgesamt bieten diese Körner ein Bild der abnormen Entwicklung.

Harz nimmt an, daß in den glasigen Körnern die Zellsubstanzen mittels Eiweißstoffen zusammengekittet sind, wodurch die mit Luft gefüllten Zwischenräume verschwinden und der Mehlkörper ein glasiges Äußere annimmt. Prior hat diese verkittenden Eiweißstoffe näher untersucht und festgestellt, daß die scheinbare Glasigkeit von wasserlöslichen Eiweißstoffen hervorgerufen wird. Gelegentlich der künstlichen Reife werden diese Eiweißstoffe in der Weiche teilweise gelöst oder zumindest angequollen und dann beim nachfolgenden Trocknen koaguliert. Die richtige Reife der Körner besteht ebenfalls in einer Koagulation. Die wahre Glasigkeit soll nun dadurch hervorgerufen werden, daß die Zellsubstanzen von unlöslichen Substanzen verkittet werden. Als Ergänzung dieser Untersuchungen hat Prior zusammen mit Hermann festgestellt, daß ein Teil der wahren Glasigkeit durch Behandlung mit Alkohol und nach folgendem Trocknen behoben werden kann. Scheinbar entsteht die wahre Glasigkeit bei einer übermäßigen Eiweißproduktion im Korn.

Bezüglich des Verhältnisses der wahren zur scheinbaren Glasigkeit seien folgende zahlenmäßige Angaben angeführt:

Eiweiß- gehalt	mehlige Körner		halbglasige Körner		glasige Körner	
	vor	nach	vor	nach	vor	nach
	der Weiche		der Weiche		der Weiche	
%	%	%	%	%	%	%
7,7	31,0	99,0	49,0	1,0	20,0	0
8,9	18,0	99,0	63,0	0	29,0	1,0
9,4	37,0	97,0	58,0	3,0	15,0	0
10,6	42,0	84,0	49,0	16,0	9,0	0
11,0	12,0	87,0	46,0	11,0	42,0	2,0
11,9	17,0	91,0	36,0	2,0	47,0	7,0
12,3	2,0	74,0	74,0	9,0	24,0	17,0
12,8	5,0	32,0	59,0	32,0	36,0	26,0
13,5	37,0	69,0	13,0	3,0	50,0	28,0
14,6	3,0	65,0	28,0	24,0	69,0	11,0
15,2	1,0	48,0	9,0	36,0	90,0	6,0

Wie bereits erwähnt wurde, sind die Körner nicht immer ganz glasig oder ganz mehlig, und diese Tatsache wird bei der Beurteilung der Gerste in Betracht gezogen. Wenn im allgemeinen die halbglasige Gerste günstiger beurteilt wird als die ganzglasige, so muß jedoch stets die Verteilung der Glasigkeit mit in Betracht genommen werden. In erster Linie muß ein besonderes Augenmerk auf die Spitzenglasigkeit gelegt werden, welche besonders gefährlich ist, da die Auflösung in der Spitze des Kornes zumeist eine schlechtere ist. Es genügt also nicht allein, den Querschnitt des Gerstenkornes zu untersuchen, man muß auch einen Längsschnitt anfertigen.

Die Korngröße der Gerste schwankt in weiten Grenzen. Als annähernder Maßstab der Korngröße wird das Korngewicht angenommen,

welches nur dann ein wahrer Maßstab ist, wenn das spezifische Gewicht beständig wäre. Es ist aber klar, daß die Körner je nach der Zusammensetzung ein verschiedenes spezifisches Gewicht besitzen. Das Korngewicht ist also eine Funktion der Korngröße und des spezifischen Gewichtes, welches wieder von der chemischen Zusammensetzung abhängig ist. Wenn wir annehmen, daß das spezifische Gewicht konstant ist, so ist das Korngewicht ein festes Maß der Korngröße. Das spezifische Gewicht bewegt sich zwischen 1,2 und 1,4. Das Korngewicht der Gerste schwankt zwischen 15 und 52 mg, also in ziemlich weiten Grenzen. In der Praxis wird immer das Tausendkorngewicht bestimmt. Das Tausendkorngewicht ist ein Durchschnittswert, der über die Gleichmäßigkeit der Gerste keinen Aufschluß gibt, weshalb als Ergänzung immer eine Sortierung mittels eines Schüttelsiebes erfolgen muß. Immerhin gibt dieser Durchschnittswert wertvolle Aufschlüsse, da wir in der Praxis stets eine große Anzahl von Körnern vor uns haben. Je größer der Prozentsatz der großen Körner ist, um so höher ist das Tausendkorngewicht. Die folgende Tabelle gibt Zahlen an, welche durch Sortierung auf einem Schüttelsieb mit Maschenweiten von 2,2, 2,5 und 2,8 mm sich ergeben. Bemerket sei noch, daß das Tausendkorngewicht auf die Trockensubstanz berechnet ist, da der variable Wasser-

Tausend- korn- gewicht:	Sortierung:			
	I. 2,8 mm %	II. 2,5 mm %	III. 2,2 mm %	IV. Ausputz %
28,0	1,0	2,0	82,6	14,4
41,3	28,0	57,7	12,7	1,6
43,4	36,5	52,6	9,3	1,9
46,3	52,6	36,1	9,2	2,1
49,6	63,7	29,0	6,2	1,1

gehalt die Angaben unvergleichbar machen würde.

Die Korngröße bzw. das Korngewicht steht mit der chemischen Zusammensetzung in bestimmten Beziehun-

gen. Diese Beziehungen sind nicht in Form von festen Regeln ausdrückbar, da diese nur mit vielen Ausnahmen und Beschränkungen gültig wären.

Neumanns Untersuchungen haben die Ansicht gezeitigt, daß Gerstensorten mit niedrigem Eiweißgehalt ein großes Korngewicht besitzen und eine hohe Extraktausbeute liefern. Oft findet man dies bestätigt, oft aber wird man feststellen müssen, daß Gerstensorten mit hohem Eiweißgehalt eine hohe Extraktausbeute liefern, vorausgesetzt, daß auch das Tausendkorngewicht hoch ist. Ebenso kann eine Gerste mit niedrigem Eiweißgehalt eine kleine Extraktausbeute liefern, sobald das Tausendkorngewicht niedrig ist. Wenn man die analytischen Ergebnisse von sehr vielen Gerstensorten auf Mittelwerte berechnet, so wird man die Neumannsche Regel bestätigt finden. Wenn man aber die Gerstensorten nicht nur nach dem Eiweißgehalt gruppiert, sondern innerhalb dieser Gruppen mit annähernd gleichem Eiweißgehalt eine

Unterteilung nach dem Tausendkorngewicht vornimmt, so wird man das Entgegengesetzte der Neumannschen Regel feststellen müssen. Man wird finden, daß bei gleichem Eiweißgehalt das Tausendkorngewicht große Schwankungen aufweist und ebenso der Extraktgehalt. Die folgende Tabelle läßt dies klar erkennen (die Angaben sind auf Trockensubstanz berechnet).

Die Neumannsche Regel ist also, wie folgt, abzuändern: Bei gleichem Tausendkorngewicht ist eine eiweißreiche Gerste extraktarm und eine eiweißarme Gerste extraktreich. Diese Regel entspricht auch der sogenannten Haaseschen Regel.

Das Verhältnis zwischen Mehlkörper und Spelzen ist bei großen Körnern zugunsten des Mehlkörpers besser, wobei die Klarheit dieses Verhältnisses durch die Dicke der Spelzen oft gestört wird. Das Verhältnis zwischen Mehlkörper und

Eiweißgehalt %	Anzahl der Analysen	Tausend- korngewicht	Extrakt %
10,0—10,5	4	46,3	79,2
—	6	45,8	79,0
10,5—11,0	5	45,7	79,0
—	5	44,2	78,1
11,0—11,5	3	45,8	79,0
—	5	43,9	77,8
11,5—12,0	4	45,6	78,6
—	4	43,2	77,1
12,0—12,5	5	46,0	78,8
—	6	42,1	76,9
12,5—13,0	3	40,0	76,4
—	4	39,7	75,2
13,0—13,5	5	44,0	77,2
—	3	40,1	75,6
13,5—14,0	2	40,0	76,3
—	4	38,6	74,7

Embryo ist von der Korngröße so ziemlich unabhängig, obwohl in manchen Fällen der Mehlkörper bei kleinen Körnern geringer ist. Der Rohfasergehalt ist bei großen Körnern geringer (geringerer Spelzenanteil!), ebenso enthalten diese weniger Pentosane und Asche. Im Fett-, Schwefel- und Lecithingehalt ist nur wenig Unterschied zu finden.

Das Hektolitergewicht der Gerste hat heute an Bedeutung stark verloren, da es eigentlich keine klare Aufklärung über die Qualität der Gerste gibt. Das Hektolitergewicht hängt von vielen Faktoren ab: Form, Größe, spezifisches Gewicht. Eine kleine Gerste mit hohem, spezifischem Gewicht kann ein bedeutend höheres Hektolitergewicht haben als die beste Braugerste. Das Hektolitergewicht gibt überhaupt keine annehmbare Aufklärung über die Gerste. Früher wurden die Gersten wie folgt eingeteilt:

Hektolitergewicht: 69—72 schwere Braugerste,  
65—69 mittelschwere Braugerste,  
50—65 Brennereigerste,  
—50 Futtergerste.

Die Farbe der Gerste gibt einen annähernden Aufschluß über die Qualität. Die normale Farbe ist strohgelb. Eine hellere oder weiße

Farbe weist auf unreife oder notreife Gerste. Graue, bläuliche oder sonst mißfarbige Gerste ist zumeist eiweißreich.

Die wichtigste Eigenschaft der Gerste ist die Keimfähigkeit. Die Keimung besteht darin, daß die Reservestoffe des Gerstenkorns mobilisiert werden und mit Hilfe der während der Keimung allmählich aktivierten Enzyme in transportable Abbaustoffe umwandelt werden. Während der Keimung entstehen also die Enzyme, welche dann die Verzuckerung der Gerste bzw. des entstandenen Malzes erlauben. Nicht nur die Enzyme entstehen dabei, es erfolgt auch schon ein bestimmter Abbau, welcher als „Auflösung“ bezeichnet wird.

Die Keimfähigkeit der Gerste ist von vielen Umständen abhängig und läßt sich mehr oder weniger von äußeren Faktoren beeinflussen. Solche Faktoren sind: die Vergangenheit der Gerste, Licht, Temperatur, Feuchtigkeit, chemische Substanzen usw.

In erster Linie ist die Vergangenheit der Gerste maßgebend. Eine normale 100proz. Keimfähigkeit kann nur eine normalreife Gerste besitzen. Ungünstige Witterungsverhältnisse, sowie ungenügende Reife können verursachen, daß die Gerste ihre Keimfähigkeit eingebüßt hat. So z. B. verliert beim Schnitt naß gewordene Gerste, sowie feucht gelagerte Gerste die Keimfähigkeit. Es kommt oft vor, daß die nasse Gerste noch auf dem Felde oder auch erst im Lager „Auswüchse“ bekommt, d. h. zu keimen beginnt. Eine solche Gerste keimt dann später sehr schwer, abgesehen davon, daß feuchte Gerste leicht von verschiedenen schädlichen Pilzen und Krankheitserreger angegriffen wird, welche die Keimfähigkeit noch mehr verringern.

Frisch geerntete Gerste keimt zumeist schlecht. Erst die im Lager erfolgende „Nachreife“ gibt die vollkommene Keimfähigkeit. Die Nachreife kann durch eine künstliche Trocknung bei mäßig erhöhter Temperatur vorteilhaft im Vakuum beschleunigt werden. Die keimungsfördernde Wirkung des Trocknens beruht wahrscheinlich darauf, daß die Wärme die bei der Nachreife erfolgenden Kondensations- oder Koagulationsvorgänge beschleunigt. Die Getreidearten erreichen erst nach einer mehrere Wochen anhaltender Reife ihre volle Keimfähigkeit. Oft steigt die Keimfähigkeit während der Nachreife um 50% an. Getrocknete Gerste benötigt auch noch einige Tage, um die volle Keimfähigkeit zu erreichen. Atterberg konnte zeigen, daß die Verhältnisse, unter denen die Gerste am Mutterorganismus zur Reife gelangt ist, die Keimung selbst beeinflussen. Dies betrifft nicht die quantitative Keimfähigkeit, sondern den qualitativen Verlauf der Keimung selbst.

Wenn einerseits die Gerste ein bestimmtes Alter erreichen muß, um die volle Keimfähigkeit zu besitzen, so hat das Alter andererseits auch eine entgegengesetzte Bedeutung. Die alte Annahme, daß das Getreide und besonders die Gerste ihre Keimfähigkeit unbegrenzt bei-

behält, hat sich als unrichtig erwiesen; so ist es auch unrichtig, daß die in Mumiengräbern gefundene Gerste noch auskeimte. Die Versuche Haberlandts haben aber immerhin gezeigt, daß die Keimfähigkeit jahrelang erhalten bleibt. Die lufttrockenen Körner beginnen erst im vierten Jahr an Keimfähigkeit zu verlieren, vorausgesetzt, daß sie luftdicht verschlossen aufbewahrt waren. Werden die Körner vor der Aufbewahrung getrocknet, so bleibt die Keimfähigkeit mindestens acht Jahre erhalten. In der Praxis wird oft bereits nach einem Jahre eine Verminderung der Keimfähigkeit beobachtet.

Die Vergangenheit ist also grundlegend und entscheidend für die Keimfähigkeit der Gerste. Die äußeren Faktoren sind nur imstande, die gegebene Keimfähigkeit in engeren oder weiteren Grenzen zu beeinflussen.

Der Lichteinfluß ist noch nicht übermäßig geklärt. Es ist eine Erfahrungstatsache, daß die Gerste im Dunkeln besser keimt und ein besseres Malz liefert, weshalb auch die Keimung stets im Dunkeln vorgenommen wird. Die Gerstenkörner sind also „Dunkelsamen“. Welchen Einfluß nun die Temperatur auf diese Eigenschaft ausübt, ist noch nicht geklärt. Gaßner hat entdeckt, daß die Spelzen der Samen eine schwerwiegende Bedeutung haben, bezüglich der Gerste ist aber noch nichts Näheres bekannt.

Die Getreide- und so die Gerstensamen sind in trockenem Zustande nicht keimfähig, sie müssen zuerst in einen gequollenen Zustand überführt werden, was leicht durch eine Wasserweiche erreicht werden kann. Diese Quellung beschleunigt die Lebenstätigkeit der Samen, welche auch in trockenem Zustande nicht ganz eingeschlummert ist, und als ihre Folge beginnt die Keimung. Die trockene Gerste ist ein im Ruhezustande befindliches Lebewesen, welches sich, wenn auch äußerst langsam, jedoch beständig ändert. Die Änderung läßt sich äußerlich als Atmung beobachten. Die Atmung besteht darin, daß Kohlenhydrate und Eiweiß von den vorhandenen Enzymen abgebaut und sodann mit Hilfe des Luftsauerstoffes zu Kohlensäure und Wasser oxydiert werden. Die Stärke der Atmung hängt von der Temperatur, vom Feuchtigkeitsgehalt und vom Enzymgehalt ab, vorausgesetzt, daß genügend Sauerstoff zugeführt wird. Herrscht Sauerstoffmangel, so tritt an Stelle der jetzt besprochenen normalen Atmung die sogenannte intermolekulare, bei welcher neben Kohlensäure und Wasser auch Alkohol entstehen soll. Alkohol schwächt als Zellgift den keimenden Samen, wodurch der Keimvorgang bei Luftabschluß in andere Bahnen geleitet wird. Diese Tatsache hat auch bis zu gewissem Grade eine praktische Bedeutung erreicht (Kohlensäurerastverfahren). Nach Kolkwitz hat die Temperatur bei einem 14- bis 15proz. Wassergehalt der Gerste folgenden Einfluß auf die Atmung:

	Nach einer Quellzeit von:																									
	Tagen																									
	1	2	3	4	5	7	9	11	13	18	23	28	39													
Weizen .	98	4,0	98	1,12	96	1,14	94	1,02	96	1,0	90	1,06	90	1,31	74	1,43	72	1,11	36	1,66	2	5,0	14	2,71	—	—
Gerste .	72	2,75	70	1,28	18	1,87	4	9,0	18	2,33	4	10,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Hafer .	94	3,00	86	1,88	80	2,10	64	3,18	70	3,35	22	4,49	48	2,91	12	4,0	26	6,23	14	5,28	16	6,0	18	5,0	—	—
Roggen .	92	1,22	98	1,24	100	1,32	80	1,05	78	1,07	28	1,64	8	3,05	—	—	2	9,0	—	—	—	—	—	—	—	
Mais . .	96	1,54	92	1,52	100	2,44	84	2,26	84	3,16	64	4,56	44	6,13	16	6,75	24	6,58	20	6,20	4	8,0	4	7,0	—	—

Es werden

bei 15° C 1,3—1,4 mg Kohlensäure  
 „ 30° C 7—8 mg „  
 „ 40° C 20 mg „

von 1 kg Gerste in 24 Stunden entwickelt.

Der Wassergehalt hat einen noch größeren Einfluß. 1 kg Gerste entwickelt nach Hoffmann in 24 Stunden bei einem Wassergehalt

von 10—12% 0,34—0,4 mg CO<sub>2</sub>  
 „ 14—15% 1,3—1,4 mg CO<sub>2</sub>  
 „ 20% 359 mg CO<sub>2</sub>  
 „ 33% 2000 mg CO<sub>2</sub>.

Infolge dieser Lebenstätigkeit wird auch Wärme entwickelt, die sich in der dicht gelagerten Gerste allmählich anhäuft und die Selbsterwärmung der Gerste verursacht. Gleichzeitig entsteht Kohlensäure und Wasser, wodurch die Gerste immer wasserreicher und die Atmung immer schneller und schneller wird. Allerdings kann dies nur bei nicht genügend trockener Gerste erfolgen. Immerhin muß stets für schnelle Abführung der bei der Atmung entstandenen Wärme gesorgt werden.

Durch die künstliche Quellung (Weiche) der Gerste wird also die Lebenstätigkeit stark beschleunigt. Die Größe der Quellung bzw. des aufgenommenen Wassers ist nicht ohne Belang für die Keimung. Ein Zuviel an Wasser stört ebenso den regelrechten Verlauf der Keimung als ein Zuwenig. Die nebenstehende Tabelle gibt den Einfluß der Quellzeit an, gleichzeitig ist auch der Einfluß auf Weizen, Hafer, Roggen und Mais angeführt.

Diese von V. Grafe stammende Tabelle zeigt, daß die Gerste nach dem 7. Tage ihre Keimfähigkeit voll-

kommen eingebüßt hat. Diese Angaben sind insofern unvollständig, als die Quelltemperatur nicht mit angegeben ist. Auch stimmen die Angaben mit den praktischen Erfahrungen nicht ganz überein. Übrigens sind auch diese Angaben nicht allgemeingültig, da die Korngröße, die Beschaffenheit der Spelzen und des Mehlkörpers die Quellfähigkeit sehr stark verschieben.

Die Gerste erreicht ihre maximale Keimfähigkeit (Quellreife) zumeist bei einem Wassergehalt von 40—45 %.

In der Weiche werden verschiedene Substanzen ausgelaugt, wodurch ein Gewichtsverlust entsteht. Dieser Verlust beträgt bei der Gerste 3,20 % nach 5 Tagen und 19,44 % nach 30 Tagen. V. Grafe hat auch die in der Weiche erfolgten Änderungen näher untersucht. Die Ergebnisse sind in folgender Tabelle zusammengefaßt:

	Gerste	Gerste ausgelaugt	
	Prozente der luft-trock. Substanz	Prozente der luft-trock. Substanz	Prozente a. d. urspr. Substanz
Wasser . . . . .	11,52	10,06	—
Fett (Ätherextrakt) . . . . .	1,63	2,70	2,00
Protein . . . . .	10,22	10,38	7,70
Stärke und stickstofffreie Extrakte . . . . .	70,28	69,51	51,58
Rohfaser . . . . .	3,73	5,42	4,02
Reinasche . . . . .	1,88	1,00	0,74
Kieselsäure . . . . .	0,74	0,93	0,69
Phosphorsäure . . . . .	0,92	0,62	0,46
Kali . . . . .	0,61	0,07	0,052
Magnesia . . . . .	0,21	0,14	0,104
Kalk . . . . .	0,05	0,12	0,089

Der Einfluß der Temperatur auf die Lebenstätigkeit ist verschieden, je nachdem die Samen trocken oder feucht erwärmt werden. In trockenem Zustande vertragen die Samen auch lange Zeit höhere Temperaturen, ohne größeren Schaden zu erleiden. Demgegenüber schadet Wasserdampf sehr stark: bei 75° C verlieren die Getreidearten in 15 Minuten ihre Keimfähigkeit. Noch schädlicher wirkt heißes Wasser. Die Gerste ist besonders empfindlich. In folgender Tabelle ist der Einfluß der Wärme nach Haberlandt in trockenem und feuchtem Zustand niedergelegt.

	Kontrolle	Ohne vorhergehender Einquell.								Nach vorausgegangen. 24 Std. Einquell.							
		5stünd. Wirkung				10stünd. Wirkung				5stünd. Wirkung				10stünd. Wirkung			
		30°	40°	50°	55°	30°	40°	50°	55°	30°	40°	50°	55°	30°	40°	50°	55°
Von je 100 Samen keimten																	
Weizen . . .	98	96	88	66	—	97	90	1	—	96	80	22	—	90	44	—	—
Roggen . . .	94	88	60	48	—	72	58	—	—	78	40	—	—	50	20	—	—
Gerste . . .	98	58	5	—	—	36	1	—	—	16	—	—	—	8	—	—	—
Hafer . . .	100	88	36	8	—	76	18	—	—	82	24	—	—	67	3	—	—
Mais . . .	95	98	100	94	8	100	100	38	—	98	100	58	4	100	98	10	—

In trockenem Zustande fördert eine kurze Erhitzung auf 50—80° die Keimung. Nach Höhnel vertragen die Samen auch eine 1 stündige Erhitzung auf 110°, vorausgesetzt, daß ihr Wassergehalt nicht mehr als 3% beträgt.

Die Kälte (niedrige Temperaturen) hat ebenfalls einen schädlichen Einfluß, und zwar einen um so schädlicheren, je größer der Wassergehalt ist. Die Schädigung hängt auch davon ab, ob das Auftauen allmählich oder plötzlich erfolgt. Die folgende Tabelle gibt den Einfluß des Gefrierens bei verschiedenem Wassergehalt an.

Wassergehalt %	Kontrolle %	Gekeimt von den gefrorenen, langs. aufgetauten Körnern %	Gekeimt von den plötzlich aufgetauten Körnern %
10—12	97	82	37
15	—	81	36
20	—	78	28
35	—	72	24
45	—	51	16

Die Tatsache, daß sowohl hohe, als auch niedrige Temperaturen auf die Keimung einen schädlichen Einfluß ausüben, führt zu dem Schlusse, daß es, wie bei allen physiologischen Erscheinungen, eine optimale Temperatur oder Temperaturgrenze geben muß. Aus den Beobachtungen ergab sich, daß erstens eine Keimung nur zwischen einer bestimmten, für jede Getreideart verschiedenen Grenze möglich ist, und zweitens, daß zwischen dieser minimalen und maximalen Keimtemperatur eine optimale Keimtemperatur tatsächlich vorhanden ist. Diese Temperaturen sind nach Haberlandt in folgender Tabelle zusammengefaßt.

	Minimum in ° C	Maximum in ° C	Optimum in ° C	Die Keimung erfolgt mit dem Hervorbrennen des Würzelchens in Tagen bis			
				4,38°	10,25°	15,75°	19°
Weizen . . .	3— 4,5	30—32	25	6,00	3,00	2,00	1,75
Roggen . . .	1— 2,0	30	25	4,00	2,50	1,00	1,00
Gerste . . .	3— 4,5	28—30	20	6,00	3,00	2,00	1,75
Hafer . . . .	4— 5,0	30	25	7,00	3,75	2,75	2,00
Mais . . . . .	8—10,0	40—44	32—35	—	11,25	3,25	3,00

Das Keimen bedingt eine ganze Reihe von physiologischen und chemischen Änderungen, deren Verlauf in nicht geringem Maße von der Keimtemperatur abhängig ist, weshalb der Erfolg der Keimung nicht der gleiche ist, wenn das Getreide bei niedriger Temperatur lange Zeit oder aber bei höherer Temperatur kurze Zeit keimt, d. h. die Temperatur kann durch Zeit und umgekehrt die Zeit durch Temperatur nicht ersetzt werden.

Die Keimung wird auch vom Keimmedium beeinflusst. Zur Zeit bildet die Beeinflussung des Keimvorganges besonders die Stimulation

genannte günstige Beeinflussung durch chemische Substanzen eine stark umstrittene Frage. Die Frage der Stimulation wurde auf dem Gebiete des Pflanzenschutzes in den Vordergrund gedrängt, indem oft zu Reklamezwecken den Saatbeizmitteln keimungs- und ertragsfördernde Eigenschaften zugesprochen wurden. Besonders Popoff war es, der eine derartige stimulierende Wirkung feststellen wollte. Die Versuchsergebnisse sind nicht eindeutig, erlauben aber die Annahme, daß eine ausgesprochene Stimulation, welche auch eine praktische Bedeutung hätte, nicht vorhanden ist. Es läßt sich wohl beobachten, daß die Keimung von vielen Substanzen beschleunigt wird, jedoch gleicht sich diese Beschleunigung gegenüber dem nicht gebeizten Samen nach einer Zeit wieder aus, so daß in keiner Hinsicht ein Unterschied zwischen gebeiztem und nicht gebeiztem Samen besteht. Es ist also eine bestimmte Reizwirkung vorhanden, jedoch besitzt diese keine praktische Bedeutung. Neben dieser fördernden Reizwirkung ist auch eine hemmende Wirkung zu beobachten. In der Malzerzeugung haben diese Versuche bzw. Ergebnisse den einzigen Wert, daß dem Weichwasser zwecks Desinfektion usw. oft verschiedene Substanzen zugesetzt werden müssen, die aber gleichzeitig auch die Keimfähigkeit beeinflussen können. Aus den erwähnten Ergebnissen hat man genau erkannt, in welchen Grenzen solche Zusätze erwünscht sind.

Nach Stoklasa wirken Mangan- und Alminiumsalsze, nach Bertrand und Agulhon 1% Bleinitrat und 0,01% Borsäure fördernd. Bokorny hat in weiten Grenzen Versuche angelegt, deren Ergebnisse aus folgender Tabelle zu ersehen sind:

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	= 0,0001% hemmt,
$\text{HgCl}_2$	= 0,01% schädigt die Wurzeln stark,
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	= 0,1% hemmt, 0,02% ist ohne Einfluß,
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	= 0,5% schädlich, 0,01% und 0,02% unschädlich, aber nicht fördernd,
$3\text{CdSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	= 0,02% noch schädlich,
$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	= 1% schädlich, 0,2% nicht mehr,
$\text{K}_2\text{CrO}_4$	= 0,1% schädlich, 0,02% nicht mehr,
$\text{Li}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	= 0,05% schädlich, 0,005% fördernd,
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	= 0,01% fördert sehr deutlich,
$\text{NaCl}$	= 1% hemmt erheblich, 0,05% ohne Einfluß,
$\text{NH}_4\text{Cl}$	= 0,5% hemmt, 0,1% fast nicht mehr, 0,05% gar nicht,
$\text{NH}_4(\text{NO}_3)$	= 0,1% beeinträchtigt stark,
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	= 0,1% benachteiligt das Wachstum der Keimlinge,
$\text{NaNO}_3$	= 1% beeinträchtigt die Krümmung, 0,1% nicht mehr,
$\text{KNO}_3$	= 1% sehr schädlich, 0,1% hemmt noch etwas,
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	= 2% schädlich, 1% hemmt, 0,2% unschädlich,
$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$	= 0,1% schadet nicht, 1% sehr schädlich,
Diäthylamin	= 0,1% fördert schon etwas,
Anilin	= 0,005% hemmt kaum mehr, 0,0025% fördert, 0,001% ohne Einfluß,
Tetraäthylammoniumhydroxyd	= 0,05% fördert ein wenig,
$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	= 0,5% schadet,

Weicherz, Malzextrakte.

KOH	= 0,5% schadet, 0,1% hemmt etwas, 0,01% gleichgültig,
NaOH	= 0,1% verlangsamt nicht, 0,05% beschleunigt,
HF	= 0,001% fördert, 0,01% schadet, 0,1% tötet,
KClO <sub>3</sub>	= 0,1% hemmt stark,
HCOOH	= 0,1% hemmt, 0,025% ohne Einfluß.

Zu diesen Versuchen sei noch bemerkt, daß die in der Pflanzenschutzliteratur befindlichen Angaben über die Reizwirkung der Substanzen sich zumeist auf nicht einwandfreies Getreide beziehen, d. h. es wurden stets von Krankheiten befallene Getreidearten zu den Versuchen herangezogen, welche dann natürlich einen Anstieg der Keimfähigkeit zeigten insofern, als die Krankheitserreger von den verwendeten Substanzen vernichtet wurden.

Ein besonderes Augenmerk muß auf die Einwirkung des Formaldehyds gelegt werden, da dieses viel zu oft zu Desinfektionszwecken gebraucht wird. Über die Versuchsergebnisse V. Arcichovskys sei hier folgende tabellarische Übersicht gegeben:

Dauer der Einwirkung in Stunden	Formalinlösungen										Kontrolle
	1/8%	1/4%	1/2%	1%	2%	4%	8%	16%	32%	42%	
	Es keimten Procente Samen										
1	100	100	100	100	86	86	73	88	92	100	100
2	100	86	71	74	31	26	36	75	87	96	100
4	80	44	24	—	—	—	—	16	84	82	100
8	76	24	—	—	—	—	—	—	60	88	100
16	20	—	—	—	—	—	—	—	60	72	100
32	—	—	—	—	—	—	—	—	32	72	100
64	—	—	—	—	—	—	—	—	—	46	76
128	—	—	—	—	—	—	—	—	8	28	—
256	—	—	—	—	—	—	—	—	—	37,5	—

Aus dieser Übersicht ergibt sich, daß höhere Konzentrationen eine geringere schädliche Wirkung entfalten als niedrige Konzentrationen.

Viel gebrauchte Desinfektionsmittel sind noch die Hypochlorite, welche in geringer Konzentration günstig wirken. Dies bezieht sich sowohl auf das NaOCl (Eau de Javelle, Antiformin), als auch auf das bequemere pulverförmige reine Ca(OCl)<sub>2</sub>. Konzentrationen bis 0,5% schaden überhaupt noch nicht. Bei NaOCl ist Vorsicht geboten, da die Lösungen oft viel NaClO<sub>3</sub> enthalten, welches schon bei 0,1% stark hemmt.

Nach A. Fischer keimen die Samen nur bei einer bestimmten Acidität bzw. Wasserstoffionenkonzentration. Die wachsende Wasserstoffionenkonzentration schädigt die Keimfähigkeit. Da aber mit steigender Säurekonzentration die Wasserstoffionenkonzentration von einer bestimmten Säurekonzentration an infolge der geringeren Dissoziation abfällt, wird auch die schädliche Wirkung der Säuren geringer. Dies läßt sich besonders an der Schwefelsäure beobachten; die bezüglichen Angaben sind in beigefügter Tabelle niedergelegt:

												Spez. Gew.
Schwefelsäure in Kon- zentrationen von . . .	n/128	n/32	n/8	n/4	n/2	n	2n	4n	8n	16n	32n	1,84
Prozentsatz gekeim- ter Samen . . . . .	94	92	76	48	24	49,5	24,5	92	100	100	96	100

Über eine optimale Wasserstoffionenkonzentration ist nichts Näheres bekannt.

Von den verschiedenen Gasen haben der Sauerstoff und die Kohlensäure eine Bedeutung. Die Bedeutung des Sauerstoffs ergibt sich aus dem auf S. 61 über die Atmung der Gerste Gesagten. Sauerstoffmangel verursacht eine abnormale Atmung und letzten Endes ersticken die Samen. Das Weichwasser muß also stets genügend Luft enthalten und die keimenden Gerstenhaufen müssen wenigstens zeitweise mit Luft in Berührung kommen. Bis zu einer bestimmten Konzentration kann der Sauerstoffmangel eine Reizwirkung verursachen und dadurch die Keimung beschleunigen, wie dies bei der Gerste und dem Roggen der Fall ist. Ein Zuviel an Sauerstoff ist ebenfalls schädlich. Um eine normale Keimung zu erhalten, muß der Sauerstoff stets einen Druck haben, welcher dem partiellen Sauerstoffdrucke des Luftgemisches entspricht. Herrscht ein Über- oder Unterdruck vor, so wird die Keimung gehemmt oder völlig zum Stillstand gebracht. Unter einem partiellen Sauerstoffdruck von 60 mm keimt die Gerste überhaupt nicht mehr. Die Kohlensäure hat einen entgegengesetzten Einfluß. In geringen Mengen übt sie eine Reizwirkung aus, häuft sie sich aber an, so wird der Keimprozeß gehemmt und möglicherweise völlig zum Stillstand gebracht, die Gerste erstickt.

Diese angeführten Eigenschaften beziehen sich auf die gesunde Gerste. Viel zu oft finden wir aber Gersten, welche von verschiedenen Krankheiten befallen sind. Diese Krankheiten werden von parasitären Schädlingen hervorgerufen. Die zumeist beobachtete Krankheit ist die Braunspitzigkeit, welche von einem Pilz (*Cladosporium herbarum*) hervorgerufen wird. Dieser Pilz allein verursacht in erster Linie eine Mißfarbigkeit des Keimlings, die Entwicklung selbst wird jedoch nur wenig beeinflußt. Die Braunspitzigkeit erleichtert aber die Tätigkeit sonstiger Mikroorganismen. Eine häufige Folge ist die Fäulnis des Embryos. Neben diesem Pilz ist aber auch noch eine Menge von Schädlingen zu finden, welche nun die Keimfähigkeit stark beeinträchtigen. Es fehlt an Raum, alle diese Krankheiten zu besprechen, es soll jedoch bemerkt werden, daß sie die Keimfähigkeit derart vermindern können, daß die Gerste oft unbrauchbar erscheint. Werden aber die Krankheitserreger mit geeigneten Desinfektionsmitteln vernichtet, so kann die Gerste anstandslos vermälzt werden. Es sollen bloß zwei dieser Krankheiten erwähnt werden, die Streifenkrankheit (*Helminthosporium gramineum*) und der Hartbrand (*Ustilago hordei*).

## 2. Der Weizen.

Die Bedeutung des Weizens für die Malzextraktfabrikation ist weit geringer als die der Gerste. Ausschließlich der hohe Preis verursacht es, daß Weizen nur für ganz spezielle Zwecke verarbeitet wird.

Die Stampfpflanze des Weizens ist *Triticum vulgare*, dessen zahlreiche Abarten in weiten klimatischen Grenzen angebaut werden. In anatomischer Hinsicht unterscheidet sich der Weizen von der Gerste hauptsächlich darin, daß er nicht bespelzt ist. Die mittlere chemische Zusammensetzung ist nach König:

		Auf die Trocken- substanz berechnet
Wasser . . . . .	13,40 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	—
Eiweiß . . . . .	12,50 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	14,35 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Fett . . . . .	1,85 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	2,15 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Stickstofffreie Extraktstoffe . . . . .	68,70 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	78,89 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Faser . . . . .	2,30 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	2,64 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Asche . . . . .	1,75 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	2,01 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>

Der Eiweißgehalt des Weizens ist im Durchschnitt höher als der der Gerste. Infolge des höheren Eiweißgehaltes und der damit oft parallel gehenden Glasigkeit ist die erreichbare „Auflösung“ schlechter.

Der Aschengehalt beträgt im Durchschnitt 2%. Die mittlere Zusammensetzung der Asche war für ungarischen Winterweizen vom Jahre 1923/24 folgende:

K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Cl
30,20	2,25	3,47	12,41	1,26	47,45	0,33	2,02	0,35%

Da der Weizen keine Spelzen enthält, quillt er in der Weiche schneller an, obwohl nach der von V. Grafe stammenden Tabelle (S. 62) der Weizen eine längere Quelldauer erträgt. Für praktische Zwecke ist dies nicht der Fall, da der Weizen in 24 Stunden zumeist die volle Quellreife erreicht hat und jedwelche Verlängerung der Weiche nur schädlich wirkt. Die Temperaturempfindlichkeit des Weizens ist geringer (S. 63) als die der Gerste. Die optimale Keimtemperatur ist 25° C (S. 64), also um 5° höher als bei der Gerste.

Die Keimung erfolgt beim Weizen kräftiger als bei der Gerste, um jedoch eine annehmbare Auflösung zu erhalten, muß die Keimung bei einer etwas höheren Temperatur erfolgen. Die enzymatische Kapazität ist auch vielleicht etwas größer als bei der Gerste.

Im übrigen ist das bei der Gerste Besprochene im Prinzip gültig.

## 3. Der Roggen.

Der Roggen wird nur sehr selten zur Extraktfabrikation verwendet, da einerseits der Preis zu hoch ist, und dann läßt das Roggenmalz an enzymatischer Kraft einiges zu wünschen übrig. Die erhaltenen Extrakte bieten also keine, auch keine geschmacklichen, Vorteile. Die Stamm-pflanze ist *Secale cereale*.

Der Roggen besitzt ebenfalls keine Spelzen und so verläuft die Quellung sehr schnell (in 20 Stunden quellreif). Die Keimung schreitet auch sehr schnell vorwärts, da schon in der Rohfrucht eine bedeutende Enzymwirkung vorhanden ist.

Die mittlere Zusammensetzung des Roggens ist nach König:

Wasser . . . . .	13,37 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	Rohfaser . . . . .	2,16 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Eiweiß . . . . .	11,19 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	Asche . . . . .	2,24 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Fett . . . . .	1,68 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	Stickstoffreies Extrakt. .	69,36 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>

Der Roggen enthält eine größere Pentosanmenge, nach Tollens 13<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, als Gerste und Weizen. Die Asche enthält bedeutende Phosphorsäuremengen, bis zu 50<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

Die Temperaturempfindlichkeit ist geringer als die der Gerste (S. 63). Die optimale Keimtemperatur ist 25<sup>0</sup> C. Die enzymatische Kraft ist gering.

#### 4. Der Hafer.

Der Hafer ist die Frucht von *Avena sativa*. Er wird in der Extraktfabrikation vielfach neben Gerste verwendet. Erwähnt sei, daß Hafer auch zur Erzeugung leicht verdaulicher Nährpräparate dient.

Die Haferkörner unterscheiden sich von den Gersten-, Weizen- und Roggenkörnern durch ihre langgestreckte, spitzige und schmale Form. Das Haferkorn ist bespelzt. Die Spelze läßt sich leicht entfernen, da sie nur an der Basis mit dem Korn verwachsen ist.

Die mittlere chemische Zusammensetzung nach König ist:

Wasser . . . . .	12,81 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	Stickstoffreies Extrakt. .	59,68 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Eiweiß . . . . .	10,25 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	Rohfaser . . . . .	9,97 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Fett . . . . .	5,27 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	Asche . . . . .	3,02 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>

Bemerkenswert ist der hohe Fett- und Rohfaser-, sowie der geringe Extraktgehalt. Der Pentosengehalt ist verhältnismäßig hoch, nach Tollens bis zu 15,04<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

Der Hafer enthält sämtliche Bestandteile in einer äußerst leicht assimilierbaren Form, weshalb der Hafer selbst, aber noch vielmehr die diastatisierten Produkte eine beliebte Nahrungsmittelbasis sind.

Der Hafer erreicht schneller die Quellreife als die Gerste, und die Keimung schreitet ebenfalls schneller vorwärts. Die Temperaturempfindlichkeit ist geringer als die der Gerste. Die optimale Keimtemperatur für Hafer ist 25<sup>0</sup> C. Die Keimung erfolgt etwas langsamer als bei der Gerste, jedoch wird die erforderliche Auflösung schneller erreicht. Die enzymatische Kraft ist sehr gering.

#### 5. Der Mais.

Der Mais ist ein beliebtes Zusatzmittel bei der Extraktbereitung. Da das Mälzen des Maises etwas schwierig ist, verwendet man oft durch

Dämpfen aufgeschlossenen Mais. Das Maismalz hat besonders geschmackliche Vorteile, da das Extrakt einen vom Gerstenmalz abweichenden würzigen Geschmack besitzt.

Die Stammpflanze ist *Zea Mays*. Die Körnerfrüchte sitzen in 6 bis 20 Reihen um eine dicke, fleischige Spindel. Die Form der Körner weicht von der Kornform der bisher besprochenen Getreidearten ab. Die Körner haben keine längliche, sondern eine mehr gedrängte, flache Form, welche an der Basis etwas zugespitzt ist. Die Form verbreitert sich gegen das andere Ende und ist dort zumeist rundlich oder scharf abgestumpft. Die Kornhülle ist glänzend. Die Farbe des Kornes wechselt je nach Herkunft zwischen weiß, hellgelb und rötlich; oft ist auch eine bläuliche Farbe zu beobachten. Eine hellrote Farbe deutet auf ungenügende Reife hin.

Die mittlere Zusammensetzung ist nach König:

Wasser . . . . .	13,32%	Rohfaser . . . . .	2,65%
Eiweiß . . . . .	9,58%	Asche . . . . .	1,47%
Fett . . . . .	5,09%	Stickstofffreies Extrakt . .	67,89%

Der Mais quillt in kaltem Wasser sehr schwer, so daß in der Praxis ein Weichwasser von 20—25° verwendet werden muß. Die Quellreife wird sodann in ca. 50 Stunden erreicht. Der Mais ist gegen höhere Temperaturen bedeutend weniger empfindlich als die sonstigen Getreidearten (S. 63). Die optimale Keimtemperatur ist 32—35° C, die maximale ist 40—45°. Die Keimfähigkeit ist zumeist sehr schlecht, da die im Handel befindliche Ware zumeist beschädigt ist. Ein Teil des Handelsmaises ist auch künstlich getrocknet. Es ist eine normale Erscheinung, daß der Mais nur zu 60% und dabei sehr ungleichmäßig keimfähig ist. Als Ursache kann das erwähnte Beschädigtsein und dann die hohe Keimtemperatur, bei welcher die Pilze sehr leicht überwuchern, angeführt werden. Es läßt sich also nur ziemlich schwer eine genügende Auflösung und enzymatische Kraft erreichen. Wenn es nur auf die Extraktausbeute ankommt, so wird es oft der Mühe lohnen, Mais zu vermälzen und zu verzuckern. Allerdings wird dies zweckmäßig mit einem geringen Gerstenmalzzusatz erfolgen müssen. Ein besonderes Gewicht ist beim Einkauf auf die Qualität zu legen, um hochkeimfähigen Mais zu erhalten. Die amerikanischen Sorten: Pferdezahl, Mixed-Mais und La-Plata-Mais keimen zumeist schlecht und ungleichmäßig. Die besten Erfolge kann man mit dem ungarischen und rumänischen Mais erzielen.

## 6. Der Reis.

Der Reis, dessen Stammpflanze *Oryza sativa* ist, kommt in Europa außer in Italien kaum in Frage. Nur in den Tropen, hauptsächlich in Asien könnte der Reis eine Bedeutung erlangen. Nun ist aber seine enzymatische Kraft gering, er liefert höchstens eine relativ hohe Extrakt-

ausbeute. Das erhaltene Extrakt enthält nur geringe Stickstoffmengen. Die mittlere Zusammensetzung ist nach König:

Wasser . . . . .	12,18%	Rohfaser . . . . .	6,51%
Eiweiß . . . . .	6,38%	Asche . . . . .	3,50%
Fett . . . . .	2,08%	Stickstoffreies Extrakt . .	69,28%

Auffallend ist der niedrige Eiweißgehalt. Der Reis kann zuweilen als Zusatz verwendet werden, da in Europa nicht selten größere Mengen beschädigter geschälter Reis preiswert zu erhalten sind. Die optimale Keimtemperatur ist 30—32° C.

## C. Sonstige stärkehaltige Stoffe.

Die hierher gehörenden Rohstoffe haben nur eine untergeordnete Bedeutung, da sie zumeist nur unter ganz besonderen Verhältnissen als Streckmittel dienen, einzelne bieten aber eigenartige geschmackliche Effekte, so daß diese zweckmäßig für Nährprodukte verwendet werden können. Obwohl die Kartoffeln in anderen Industriezweigen sehr oft als Stärkequelle verwendet werden, haben sie in der Extraktfabrikation überhaupt keine Bedeutung erhalten, so daß es sich erübrigt, sich hier damit zu befassen.

### 1. Der Buchweizen.

Der Buchweizen oder das Heidekorn ist das Samenkorn des gemeinen Heidekorns (*Polygonum Fagopyrum*) und des türkischen Heidekorns (*Polygonum tartaricum*). Die zweite Art ist wegen den dickeren Schalen wenig beliebt.

Die durchschnittliche Zusammensetzung nach König ist:

Wasser . . . . .	11,95%	Stickstofffreie Extraktstoffe .	55,80%
Eiweiß . . . . .	10,30%	Rohfaser . . . . .	16,45%
Fett . . . . .	2,80%	Asche . . . . .	2,72%

Bemerkenswert ist der hohe Rohfaser- und der niedrige stickstofffreie Extraktgehalt. Der Buchweizen wird zwecks Aufarbeitung nie gekeimt, sondern bloß als Streckmittel und auch da selten verwendet. Die Extraktausbeute ist gering.

### 2. Die Manioka.

Die Manioka ist die zu 3—8 büschelförmig zusammenstehende Wurzel des *Manihot utilisima* oder *Jatropha manihot* genannten Strauches. Die Wurzel selbst wurde für die Extraktfabrikation bis zur Zeit noch nicht verwendet. Die reine Stärke aber wird manchmal aufgearbeitet. So wird sie z. B. oft zur Erzeugung von Nährzucker (nach Soxhlet) auf diastatischem Wege verzuckert. Wenn der Preis der Manioka etwas niedriger wäre, so würde es sich lohnen, diese Wurzel als Streckmittel zu

verwenden, da der Stärkewert auf Trockensubstanz gerechnet gegen 78—80% ist. Die durchschnittliche Zusammensetzung der Manioka ist:

Wasser . . . . .	14,80%	Stickstofffreie Extraktstoffe .	9,80%
Eiweiß . . . . .	2,00%	Rohfaser . . . . .	1,10%
Stärkewert . . . . .	72,60%		

### 3. Die Kastanie.

Die wilde oder Roßkastanie (*Aesculus Hippocastaneum*) enthält in frischem Zustande etwa 50% Trockensubstanz. Nach König ist die mittlere Zusammensetzung folgende:

Wasser . . . . .	39,82%	Rohfaser . . . . .	8,09%
Eiweiß . . . . .	3,80%	Asche . . . . .	2,09%
Fett . . . . .	2,49%	Stickstofffreie Extraktstoffe .	43,71%

Das stickstofffreie Extrakt besteht nach E. Laves aus 50% Stärke und Hemicellulose, 14% Rohzucker, 13% Glucosiden (Saponinen) und 0,2% Gerbstoff. Die Roßkastanien können zu für Genußzwecke dienenden Malzextrakten nicht aufgearbeitet werden, da der hohe Saponingehalt gesundheitswidrig ist und dem Extrakt einen schlechten Geschmack verleiht. Für Textilextrakte kann der Saponingehalt oft wertvolle Dienste leisten. Werden die Glucoside und die Gerbstoffe entfernt, so verschwindet der obenerwähnte Nachteil, aber trotzdem konnte sich die Roßkastanie nicht einbürgern.

Die edle Kastanie oder Maroni (*Castania vulgaris*) liefert ein geschmacklich vorzügliches, verzuckertes Extrakt. Die Verwendung der Maroni kann nur für ganz spezielle Nährmittelzwecke erfolgen.

### 4. Die Banane.

Die Banane ist die Frucht von *Musa paradisiaca* und ist als Nahrungsmittel auch in Europa weit verbreitet. Die Zusammensetzung der Banane hängt sehr stark vom Reifezustand ab. Die unreifen Bananen enthalten viel Stärke und wenig Zucker, während die reifen Bananen geringe Stärkemengen und viel Saccharose bzw. Invertzucker enthalten:

	Bananenmehl aus reifen Früchten	Bananenmehl aus unreifen Früchten
Saccharose .	49,72%	1,78%
Invertzucker.	36,28%	2,49%
Stärke . . .	4,20%	86,40%

Im übrigen ist die mittlere Zusammensetzung der frischen Früchte nach König folgende:

Wasser . . . . .	74,95%	Rohfaser . . . . .	0,60%
Eiweiß . . . . .	1,40%	Stickstofffreie Extraktstoffe	
Fett . . . . .	0,43%	außer Zucker . . . . .	5,37%
Zucker . . . . .	16,20%		

Die Bananen lassen sich leicht verzuckern und liefern ein Extrakt mit besonders feinem Geschmack, können aber wegen ihres hohen Preises nur für besondere Nährzwecke verwendet werden.

## II. Das Mälzen.

Um die Gerste oder die sonstigen Rohstoffe in Extrakt verwandeln zu können, muß eine enzymatische Fähigkeit erzeugt werden, welche die unlöslichen Bestandteile der Rohstoffe löslich macht. Als Enzymquelle wird zumeist die Gerste benützt und nur selten dürften andere Getreidearten gemälzt werden. Die folgenden Ausführungen beziehen sich in erster Linie auf die Gerste, sind jedoch im Prinzip auch für andere Getreidearten gültig. Die Abweichungen werden für jede Getreideart gesondert ausgeführt.

Der Werdegang der Enzymerzeugung bzw. Enzymentwicklung besteht kurz zusammengefaßt darin, daß die Gerste geweicht und keimen gelassen wird, hat man dabei die je nach dem Zweck gewünschten Eigenschaften erhalten, so wird die gekeimte Gerste entweder in noch feuchtem Zustande als Grünmalz oder nach erfolgter Trocknung als Darrmalz weiterverwendet.

Um ein entsprechendes Darrmalz oder Grünmalz zu erhalten, muß die Gerste bestimmte Eigenschaften besitzen. Die Extrakterzeugung stellt zweierlei Anforderungen gegenüber dem Rohstoff: 1. hohe Extraktausbeute und 2. hohe enzymatische Kraft. Diese beiden Anforderungen müssen nicht immer gleichzeitig erfüllt werden. Die enzymatische Kraft kann wieder eine diastatische und eine peptolytische sein, welche zumeist parallel entwickelt werden kann. Ob nun eine Gerstenart diesen Bedingungen entspricht, wurde und wird auch heute noch auf Grund eines Wertbestimmungssystems beurteilt, wobei sehr oft aus rein äußerlichen Merkmalen ein Urteil gefällt wird. Im Prinzip läßt sich aber festlegen, daß kein einziges solches System geeignet ist, um eine Gerste einwandfrei beurteilen zu können. Einzig eine quantitative Feststellung der erwünschten Eigenschaften kann maßgebend sein. Insofern die Gerste eine gute Keimfähigkeit besitzt, d. h. in physiologischer Hinsicht in gutem Zustande ist, so läßt sich durch geeignete Führung der Keimung zumeist das gewünschte Ergebnis erzielen. Wie sich nun die verschiedenen Gerstenarten im Verlauf der Mälzerei verhalten, wird im folgenden ausführlich besprochen. Die analytische Feststellung der einzelnen Anforderungen sowie Ergebnisse ist in Kapitel VII, Analytische Kontrolle, zusammengefaßt.

### A. Das Lagern der Rohstoffe.

Beim Lagern des Getreides muß auf die physiologischen Eigenschaften des Getreides Rücksicht genommen werden. Wenn man das auf S. 61 Gesagte in Betracht nimmt, so ergibt sich, daß die Lagerung stets trocken und möglichst kühl erfolgen muß. Die normalreife Gerste enthält 10—12% Wasser, in diesem Zustand ist sie lagerfest. Wenn ein

größerer Wassergehalt vorhanden ist, so wird die Atmung beschleunigt, dessen Folgen auf S. 61 näher besprochen sind. Als Begleiterscheinung kann auch eine erhöhte Pilzwucherung und zufolge dessen eine noch weitgehendere Schädigung des Getreides auftreten. Ist das Getreide lagerfest, so kann die Lagerung in beliebig hoher Schicht erfolgen. Ist das Getreide nicht lagerfest, so ist es dringend notwendig, die überschüssige Feuchtigkeit zu entfernen. Dies kann entweder durch entsprechende Lagerbehandlung oder durch künstliche Trocknung erfolgen. Die künstliche Getreidetrocknung ist ein technisches Sondergebiet und soll deshalb hier nur so viel bemerkt werden, daß die Trocknung zweckmäßig in Lufttrocknern (Riesel-trocknern) oder auch in Vakuumtrocknern erfolgen kann. Derartige Getreidetrockner haben sich in der Praxis gut bewährt und werden in verschiedener Ausführung von mehreren Firmen gebaut: E. Paßburg, Berlin, Benno Schilde, Hersfeld, Maschinenfabrik Grevenbroich, Grevenbroich usw. Das System dieser Trockner ist den Malzdarrtrommeln ähnlich.

Die Lagerbehandlung besteht darin, daß das Getreide in regelmäßigen Zeiträumen, welche von dem jeweiligen Zustand des Getreides bestimmt sind, gelüftet wird, was am zweckmäßigsten durch Umschaukeln erreicht werden kann. Es sind auch Speichersysteme angegeben worden, welche das Lüften mit minimaler Arbeit ermöglichen.

Wenn das Getreide beim Lagern mit der äußeren Luft in ständiger Berührung ist, so ändert sich der Wassergehalt stets nach dem Wasserdampfgehalt der Luft. Es entsteht immer ein Gleichgewicht zwischen der Luftfeuchtigkeit und der Getreidefeuchtigkeit. Ist die Luft trocken, so verliert das Getreide Wasser, steigt der Feuchtigkeitsgrad der Luft, so erhöht sich auch der Wassergehalt des Getreides. Der Wassergehalt steigt also in diesem Falle infolge der Hygroskopizität des Getreides. Der Wassergehalt kann aber auch als Folge eines entstandenen Wasserniederschlages zunehmen. Ein Wasserniederschlag kann entstehen, wenn das Getreide eine niedrigere Temperatur hat als der Taupunkt der äußeren Luft. Dieser Fall kann oft bei der Lüftung eintreten, so daß die Lüftung zweckmäßig nur dann erfolgen soll, wenn der Taupunkt der äußeren Luft niedriger liegt als die Temperatur des Getreides.

Die Getreidespeicher selbst lassen sich in 2 Hauptgruppen einteilen:  
1. Bodenspeicher; 2. Silospeicher.

Das Prinzip der Bodenspeicher ist, daß das Getreide auf flachen Böden einfach ausgebreitet wird, wobei sich stets mehrere Böden übereinander stockwerkartig befinden. Das Getreide ist auf diesen Böden mit der Luft in ständiger Berührung, wodurch auch die Lagerung des nicht lagerfesten Getreides möglich ist. Das nicht lagerfeste Getreide wird durch Umschaukeln und Öffnen der Fenster getrocknet. Das Behandeln des Getreides erfordert viel Handarbeit, weshalb die einfachen Böden

nur selten Anwendung finden. Eine bequemere Abänderung des einfachen Bodens ist das Rieselsystem, welches in der Anordnung sich

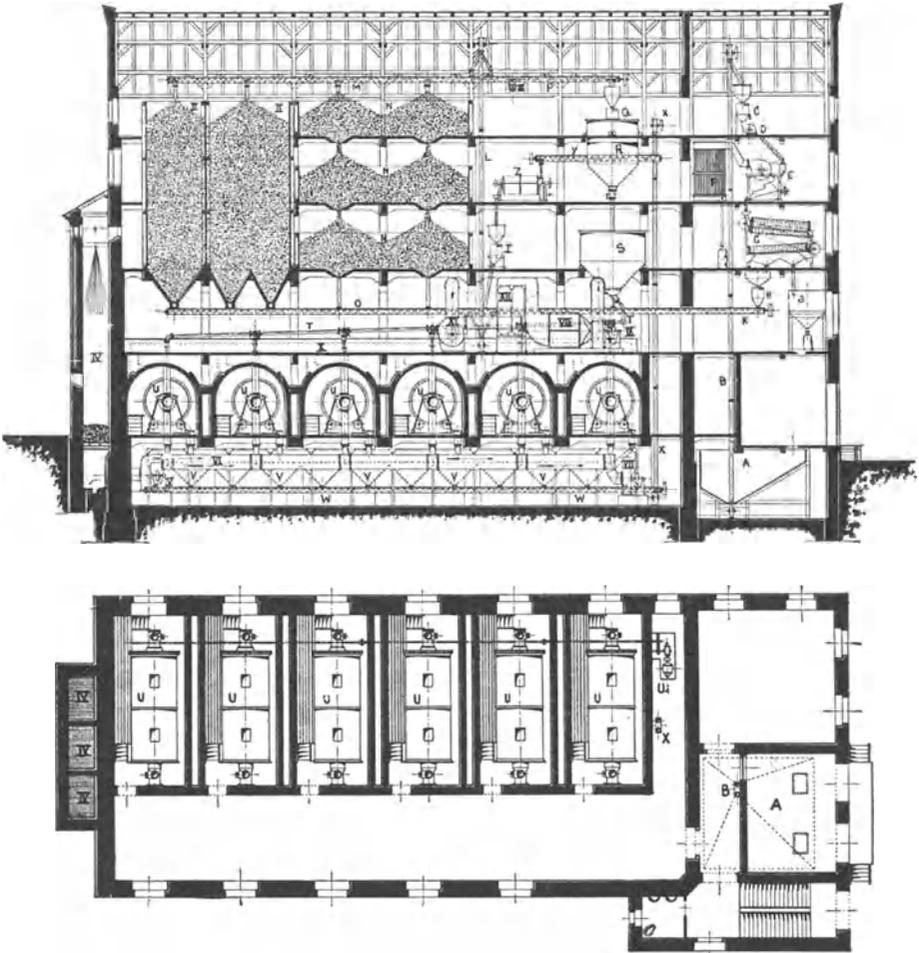


Abb. 8. Pneumatische Mälzereianlage mit Keim- und Darrtrommeln Pat. Chodounský. (A.-G. vorm. Skodawerke in Pilsen, Prag-Smichov.)

A — B Gerstenannahme und Elevator. C Automatische Waage und Magnetapparat. D Entgranner. E Aspirator und Siebwerk. F Schlauchfilter. G Trieur und Sortiersieb. H Rumpf. a Abfüllung der Abfallgerste. K Transportschnecke. L Elevator. M Transportschnecke. N Gerstenboden. O, P Transportschnecke. Q Automatische Waage. R Gerstenrumpf. S Quellstöcke. T Leitung für das Weichgut. U Keim- und Darrtrommeln. IV Kühlturm. V Luftleitung. VI Abluftleitung. VII Ventilator. VIII Calorifer. IX Exhauster. X Heißluftleitung. XI Ventilator. XII Abluftleitung. W Transportschnecke. X Elevator. Y Transportschnecke. Z Entkeimer. I Poliermaschine. II, Malzsilo.

durch nichts unterscheidet, indem ebenfalls mehrere Böden übereinander angeordnet sind. Die Böden sind nur mit kleinen runden Öffnungen versehen, welche durch ebenfalls mit runden Öffnungen versehene Schieberbleche geöffnet oder abgeschlossen werden können.

Unter den Schieberblechen sind winkelförmige Blechdächer angeordnet. Werden die Öffnungen freigelegt, so fällt das Getreide hinunter und wird durch Anprallen an die Blechdächer zerstreut. Das herunterrieselnde Getreide wird mit der Luft vollkommen gemischt und dadurch gelüftet. Man kann also das Getreide vom obersten Stockwerk stets auf einen unteren Boden rieseln lassen und so die Lüftung ohne großen Arbeitsaufwand verrichten. Dieses Rieselsystem ist besonders bei nicht lagerfestem Getreide zu empfehlen.

Eine andere Abart des Bodenspeichers ist das Kastensystem. Ein jeder Boden ist durch Zwischenwände in beliebige kleine Kästen eingeteilt. Die Wände können einfach senkrecht stehen und eine Höhe von  $1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$  m besitzen. Am Boden eines jeden Kastens befindet sich eine Ablauföffnung, an der Decke wieder ist eine Einlauföffnung, die Öffnungen sind durch Klappen oder Schieber verschließbar. Ist der Boden des Kastens flach, so läuft das Getreide nicht allein ab, sind aber die Zwischenwände dem Böschungswinkel des Getreides entsprechend so zusammengefügt, daß in der Mitte kein flacher Boden ist, so fließt das Getreide beim Öffnen der Ablauföffnung von allein in den unteren Kasten. Man kann nun zweckmäßig in den übereinander befindlichen Kästen stets dieselbe Getreideart lagern. Es entsteht dadurch eine primitive Form der Silospeicher, indem eigentlich ein Silospeicher mit vorhandenen Unterbrechungen vorliegt.

Ein Silospeicher ist eigentlich ein Kastenspeicher, jedoch ist der Kasten zu einem hohen Schacht ausgebildet. Der hohe Schacht erlaubt nur die Lagerung von lagerfestem Getreide. Die Silos sind aus Holz, Eisen oder Eisenbeton angefertigt. Heute wird wohl allgemein nur Eisenblech und Eisenbeton, bei großen Anlagen nur Eisenbeton angewendet. Feuchtes Getreide kann in Eisen- oder Eisenbetonsilos nicht gelagert werden, wogegen die Holzsilos dies noch erlauben.

Auf Abb. 8, welche eine komplette Mälzereinlage der A.-G. vorm. Skodawerke in Pilsen, Prag-Smichov, darstellt, sind Kästenböden *N* und Silos II zu sehen. Auf Abb. 9 findet man einen einfachen Gerstenboden.

## B. Die Getreideförderung.

Die Lagerung des Getreides erfolgt bei kleineren Betrieben oft in ungeputztem Zustande, es wird erst vor der Weiche geputzt. In größeren Betrieben wird das Getreide zuerst geputzt und erst dann aufgespeichert. In beiden Fällen ist es unbedingt erforderlich, das Getreide in der Mälzerei fördern zu können.

Eine primitive Förderung, d. h. in Säcken gefüllt, mit Lift und Karren ist nur in ganz kleinen Betrieben möglich. Werden große

Getreidemengen aufgearbeitet, so muß man, um die äußerst umfangreiche Handarbeit zu ersparen, für geeignete Fördervorrichtungen sorgen, welche kontinuierlich arbeiten.

Die Förderung kann rein mechanisch oder pneumatisch erfolgen.

Die Hilfsmittel der mechanischen Förderung sind die Transportschnecken, Transportbänder und Schüttelrinnen für Horizontaltransporte und sodann Elevatoren, Becherwerke zur Vertikalförderung.

Die Transportschnecke besteht aus einem Blech- oder Holztrog, in welchem an einer drehbaren Achse eine verschieden ausgebildete Blechspirale oder Schnecke befestigt ist. Die Schnecke dreht sich und übt auf das im Trog befindliche Getreide einen Förderdruck aus. Der Wirkungsgrad ist sehr gering, so daß die Schnecke nur für kurze Strecken

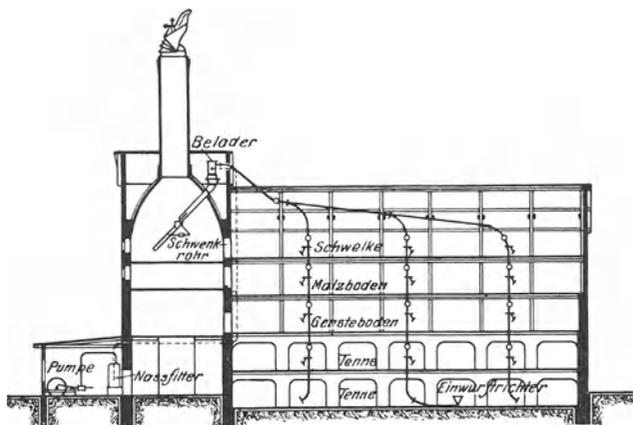


Abb. 9. Tennen-Mälzereianlage mit pneumatischer Förderung. (J. A. Topf & Söhne, Erfurt.)

brauchbar ist, doch der Betrieb ist immer teuer. Auch werden die Körner oft beschädigt.

Die Transportbänder sind endlose 0,2—1,5 m breite Textil-, Gummi-, Balata- usw. Bänder, welche über Rollen mit einer Geschwindigkeit von 2,0—2,5 m/sek. laufen. Die förderbaren Getreidemengen sind bedeutend größer; eine Beschädigung der Körner ist ausgeschlossen. Das Getreide wird einfach auf das Band geschüttet und wird vom Band mitgetragen, am Ziel wird das Getreide abgestreift oder es fällt von allein über eine Laufrolle ab.

Sowohl die Schnecke, als auch das Band sind in erster Linie für Horizontaltransport geeignet. Die Schnecke erlaubt bloß eine 30 proz., das Band jedoch sogar eine 50 proz. Erhöhung.

Die Förderrinnen (Schüttelrinnen) sind horizontale oder leicht, bis zu 10% geneigte Rinnen, welche auf Schwingen befestigt sind und mit Hilfe eines Exzenters geschüttelt werden, wobei das Getreide in der Rinne nach unten geworfen wird. Die Fördergeschwindigkeit ist verhältnis-

mäßig gering, 165—265 mm/sek., wenn die Schwingungszahl der Rinne 270—320 in der Minute ist.

Die Elevatoren oder Becherwerke bestehen aus Bechern, welche an einem endlosen Gurte oder einer endlosen Kette befestigt sind und sich in einer stetigen Bewegung von unten nach oben befinden. Das Getreide wird in einen Schöpftrog gefüllt, von wo die Becher es mit einer Geschwindigkeit bis 3,3 m/sek. ausschöpfen und nach oben befördern. Die Becher füllen sich von 60 bis 75 %. Oben angelangt, drehen sich die Becher nach unten und entleeren sich. Die Elevatoren können ganz vertikal, oder aber auch schräg arbeiten. Die Elevatoren sind also eigentlich Aufzüge, welche kontinuierlich arbeiten. Die Becher bewegen sich zumeist in Holz oder Eisenschächten.

Auf Abb. 8 ist eine mechanische Förderanlage zu sehen, welche mittels Transportschnecken und Elevatoren die Förderung erledigt. Die abgebildete Mälzereinlage ist völlig mechanisiert, da das Getreide von der Annahme A an bis zum Malzsilos II ohne jedwede Handarbeit wandert. Abb. 27 stellt einen Grünmalzelevator der A.-G. vorm. Skodawerke in Pilsen, Prag-Smichov, dar; das von den Keimtrommeln kommende Grünmalz wird auf die Darre befördert.

Eine wesentlich andere Förderart ist die pneumatische Förderung. Diese Förderart ist wohl die am wenigsten wirtschaftliche, jedoch bietet sie derart große praktische Vorteile, daß heute fast überall die pneumatischen Förderanlagen verwendet werden. Das Prinzip der pneumatischen Förderung ist, daß das Getreide von einem Luftstrom in einer Rohrleitung fortgetragen wird. Die Praxis hat ergeben, daß die Luftgeschwindigkeit nicht unter 20 m/sek. sein kann. Der erforderliche Druck läßt sich aus der Rohrweite, Rohrlänge, Förderhöhe und der Anzahl der vorhandenen Rohrkrümmungen berechnen. Die Luftgeschwindigkeit kann entweder durch eine Druckwirkung oder eine Saugwirkung erzeugt werden. Im zweiten Falle herrscht in der Rohrleitung ein Unterdruck. Wird mit Druck gearbeitet, so wird das Getreide von einem Zentralkessel in die Rohrleitungen gedrückt und verläßt am Ziel die Leitung. Wird mit Unterdruck gearbeitet, so saugt die Luft am Ende der Leitung das Getreide ein und fördert es in einen zentralen Kessel, wo das Getreide angehäuft und durch entsprechende Öffnungen abgelassen wird. Die Saugluft wird entstaubt (Staubabscheider, Staubnaßfilter und Wasserabscheider) und durch die Luftpumpe ausgeblasen. Aus der Wirkungsart ergibt sich, daß die Druckförderung für die Verteilung und die Saugförderung für das Zusammensammeln des Getreides am geeignetsten ist. So z. B. wird das Getreide mit Druckluft auf die Silos und von hier auf die Keimanlagen verteilt. Das gekeimte und ebenso das fertiggedarrte Malz wird nun mittels Saugluft von den Tennen, Trommeln, Kasten oder Darren gesammelt und weitergeleitet.

In der Praxis findet man oft die verschiedenen Förderarten kombiniert. Am zweckmäßigsten ist es, die Druck- und Saugförderung neben-

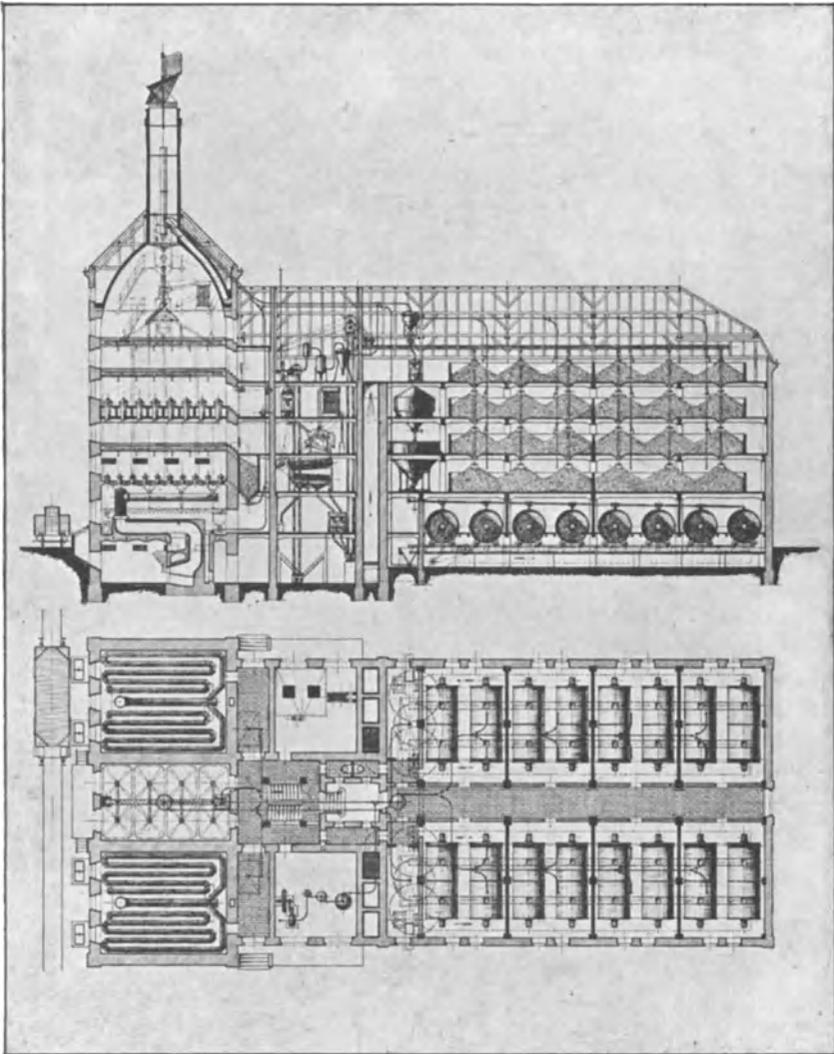


Abb. 10. Pneumatische Mälzerei mit Dreihordendarre. (A.-G. vorm. Skodawerke in Pilsen, Prag-Smichov.)

einander zu verwenden. Nicht selten findet man aber auch die pneumatische mit der mechanischen Förderung zusammenarbeiten.

In Abb. 9 ist eine Saugförderanlage der Firma J. A. Topf & Söhne, Erfurt, zu sehen, welche zum Sammeln des Grünmalzes von den Tennen

und zur Förderung auf die Darre bestimmt ist. Auf Abb. 10, welche eine komplette pneumatische Mälzerei der A.-G. vorm. Skodawerke in Pilsen, Prag-Smichov, darstellt, ist eine pneumatische Förderanlage für Gerste, Grünmalz und Malz abgebildet, welche aber mit Transportschnecke und Elevator verbunden ist.

### C. Das Putzen und Sortieren des Getreides.

Die Mälzereien übernehmen die Gerste in einem nicht mälzfähigen Zustande, d. h. sie ist mit Erde, Staub, Stroh, Steinen, Bindfäden, Holzstücken, Grannen, Unkrautsamen, beschädigten und leeren Körnern, Eisenteilen usw. vermenget. Diese Verunreinigungen stammen teilweise von der Gerste selbst, teilweise mischen sie sich im Verlauf der Ernte zu. Die Verunreinigungen vermindern die Qualität der Gerste stark, weshalb man bestrebt ist, sie womöglich vollständig zu entfernen. Dem Gerstenschmutz haften zumeist sehr viele Pilze an, welche beim späteren Mälzen unermeßliche Schäden anrichten können.

Die Reinigung der Gerste erfolgt auf mechanischem Wege, jedoch werden die anhaftenden Pilze dadurch bei weitem nicht vollkommen entfernt bzw. abgetötet. Dies kann nur auf nassem Wege durch Waschen vorzüglicherweise unter Zusatz geeigneter Desinfektionsmittel erfolgen. Das nasse Putzen wird stets in der Weiche durchgeführt und wird daher im entsprechenden Kapitel näher behandelt.

Die erste Aufgabe des mechanischen Putzens ist die Entfernung der Eisenteile, da diese die weitere Apparatur unter Umständen schwer beschädigen können. Die Entfernung der Eisenteile geschieht am einfachsten mittels eines Magneten, welcher zumeist aus einer größeren Anzahl parallel geordneter stabiler Magneten zusammengefügt ist. Die Gerste wird über eine schiefe magnetische Ebene, welche von den Polen gebildet wird, geleitet, und an welcher die Eisenteile anhaften. Die magnetische Ebene wird zeitweise von einem selbsttätigen oder handtätigen Schaber abgestrichen. Die Eisenteile sind zumeist Nägel, Schrauben, Maschinenteile usw.

Vom Magnetapparat durchläuft die Gerste den Entgranner (Abb. 11). Hier wird die Gerste nicht nur von den Grannen befreit, auch der anhaftende Schmutz wird zerrieben, wodurch er dann leichter entfernt werden kann. Im Entgrannergehäuse, welches aus zwei gußeisernen durch Stehbolzen miteinander verbundenen Wänden besteht, sind um eine Achse Schlagstifte drehbar angebracht, welche zusammen mit den Stehbolzen auf die Gerste eine starke reibende Wirkung ausüben. Das ganze Gehäuse ist von einem Blechmantel umgeben. Der Blechmantel ist oben und unten offen (Einlauf und Auslauf). Eine dritte Öffnung steht mit einem Exhaustor in Verbindung. Dieser Exhaustor saugt

einen großen Teil der abgeriebenen Grannen und des feineren Schmutzes ab. Nach dem Entgranner folgt die Entfernung des feinen Staubes und der leichten Verunreinigungen. Dies geschieht mit Hilfe eines kräftigen Luftstromes im sog. Aspirator. Diese Reinigung wird gewöhnlich mit einem mehrfachen Absieben verbunden. Der Aspirator arbeitet, wie folgt: Die Gerste läuft vom Fülltrichter in gleichmäßigem Strom, durch eine selbsttätige Speiseklappe reguliert, auf das Vorsieb, inzwischen wird es der Wirkung eines kräftigen Saugwindes ausgesetzt, der den Staub und die leichten Verunreinigungen absaugt.

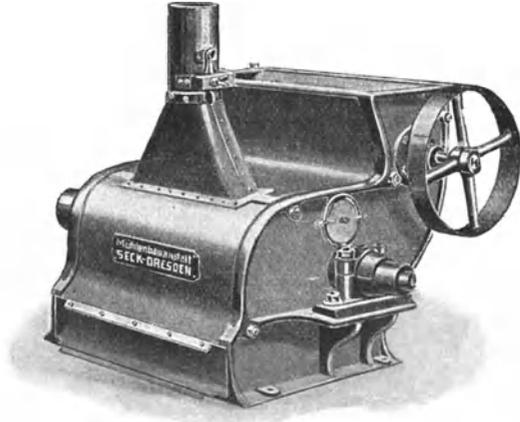


Abb. 11. Entgranner. (Seck-Greffenius-Werke, Dresden-Frankfurt a. M.)

Das Vorsieb hat große Löcher, so daß die Gerste mit Ausnahme der ganz groben Verunreinigungen, wie Bindfäden, Holzstücke, Stroh, Spreu usw. durchfällt. Die Gerste fällt vom Vorsieb auf ein doppeltes Siebwerk, während der grobe Schmutz vom Vorsieb in eine Förderrinne gelangt und den Aspirator verläßt. Die Reinigung der Siebfläche erfolgt selbsttätig durch die vorhandene Siebneigung und durch das beständige Schütteln des Siebes. Das obere Sieb des doppelten Siebwerkes besitzt eine Lochung, welche die Gerste eben noch durchfallen läßt, während sämtliche noch vorhandenen gröberen Verunreinigungen zurückgehalten und durch eine Förderrinne seitlich abgeführt werden.



Abb. 12. Aspirator. (Vorreinigungsmaschine. J. A. Topf & Söhne, Erfurt.)

Das untere Sieb läßt nun dagegen den feinen Schmutz durch und die Gerste selbst gleitet über das Sieb in eine seitliche Förderrinne und verläßt durch einen Auslauf die Maschine. Unterwegs wird die Gerste nochmals einem Luftstrom ausgesetzt und dieserart von dem etwa noch zurückgebliebenen feinen Schmutz befreit. Dieses letzte Sieb wird vom Schmutz leicht verstopft, weshalb eine selbsttätige Bürste die ständige

Reinigung der Sieboberfläche besorgt. Durch Auswechseln der Siebe kann der Aspirator für alle Getreidearten verwendet werden. Abb. 12 stellt einen derartigen Aspirator, auch Vorreinigungsmaschine genannt, der Firma J. A. Topf & Söhne, Erfurt, dar. Magnetapparat, Entgranner und Aspirator werden in der Praxis zumeist zu einem Apparat zusammengebaut.

Der von der Luft abgesaugte Staub ist ein gefährliches Nebenprodukt der Gerstenputzerei, da er eine große Anzahl gesundheitschädlicher Pilze enthält. Der Staub wird durch Staubsammler unschädlich gemacht. Früher waren die Staubsammler große Kammern oder Kanäle, in welchen

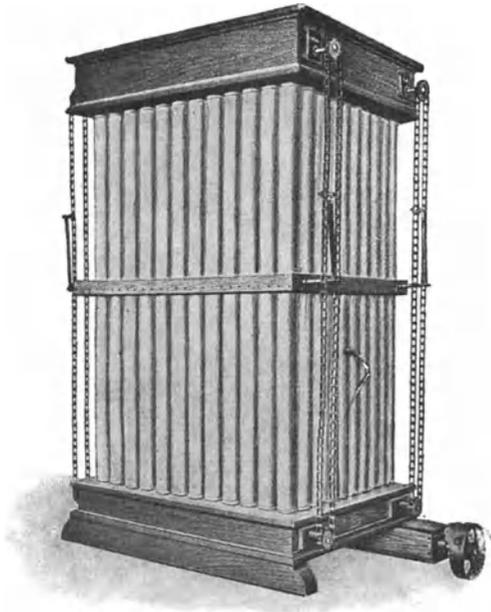


Abb. 13. Druckluft-Schlauchfilter. (J. A. Topf & Söhne, Erfurt.)

die Luft ihre Geschwindigkeit verliert und den Staub absetzt. Abgesehen davon, daß diese Staubsammler viel Raum erfordern, ist die Abluft nie genügend entstaubt. Zur Zeit werden nur Schlauchfilter (Abb. 13) zum Entstauben verwendet. Die Schlauchfilter bestehen zwecks Vergrößerung der Filterfläche aus einer großen Anzahl Schläuchen, die aus einem dichten Textilgewebe angefertigt sind. Die Luft wird vom Exhaustor in diese Schläuche gepreßt, wird filtriert und verläßt die Apparatur in völlig entstaubtem Zustande. Im Innern der Schläuche häuft sich allmählich der Staub an und verstopft die Filterfläche, weshalb die Schlauchfilter mit einer selbsttätigen Klopfvorrichtung versehen sind. Durch das Klopfen fällt der Staub in eine gemeinsame Staubkammer, von wo er zeitweise entfernt wird.

Die aus der Vorreinigungsmaschine laufende Gerste enthält noch beschädigte Körner, Unkrautsamen (Wicken, Raden usw.), fremde Getreidekörner und sonstige mechanische Verunreinigungen, welche die Größe des Gerstenkorns besitzen. Diese Verunreinigungen werden teilweise mit Hilfe des Trieurs entfernt. Der Trieur ist im Prinzip ein sich langsam drehender Zylinder, welcher einen geschlossenen Blech-

die Luft ihre Geschwindigkeit verliert und den Staub absetzt. Abgesehen davon, daß diese Staubsammler viel Raum erfordern, ist die Abluft nie genügend entstaubt. Zur Zeit werden nur Schlauchfilter (Abb. 13) zum Entstauben verwendet. Die Schlauchfilter bestehen zwecks Vergrößerung der Filterfläche aus einer großen Anzahl Schläuchen, die aus einem dichten Textilgewebe angefertigt sind. Die Luft wird vom Exhaustor in diese Schläuche gepreßt, wird filtriert und verläßt die Apparatur in

mantel, am besten aus Stahlblech, besitzt. In die Innenseite des Blechmantels sind Zellen genannte Vertiefungen gefräst, deren Form je nach den zu entfernenden Verunreinigungen ausgebildet ist. Die Gerste wird durch einen Fülltrichter in den Zylinder gefüllt, welcher infolge der Zentrifugalkraft und der Reibung die Gerste mitnimmt. Die Körner legen sich in die Zellen, welche sich aber mit dem Mantel mitdrehen. Haben sie eine bestimmte Höhe erreicht, so fallen die Gerstenkörner aus den Zellen und rollen zur Gerste zurück, die Verunreinigungen bleiben aber in den Zellen stecken und fallen erst bei einer

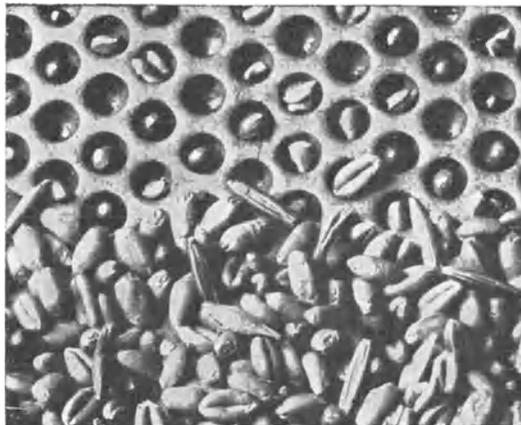


Abb. 14. Innenfläche eines Trieurs zum Auslesen von Raden und Halbkörnern aus Weizen.

größeren Erhöhung heraus, und zwar auf eine Rinne, welche in der Mitte des Trieurzylinders angebracht ist und ein bis an den Mantel reichendes Abstreichblech besitzt.

Eine Schnecke befördert die Verunreinigungen aus dem Trieur. Der Trieurzylinder ist geneigt angeordnet, wodurch die gereinigte Gerste den Zylinder von selbst wieder verläßt. Es ist leicht einzusehen, daß ein Trieur nur dann erfolgreich arbeitet, wenn die Zellenform, die Drehgeschwindigkeit und die Höhe des Abstreichbleches der zu entfernenden Verunreinigung genauest angepaßt sind. Es ist also wichtig, daß die Auswahl des Trieurs mit besonderer Vorsicht erfolgt.

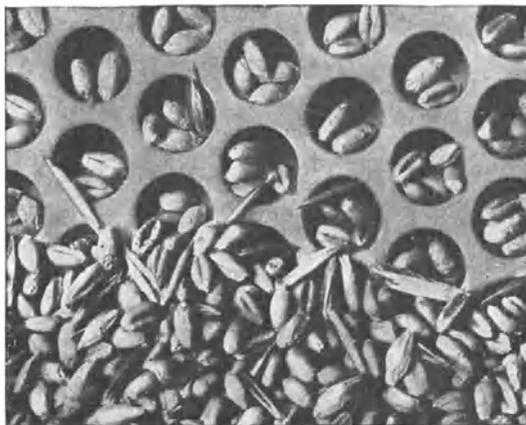


Abb. 15. Innenfläche eines Trieurs zum Trennen von Hafer und Weizen.

Es ist dabei nicht gleichgültig, ob man aus Gerste Unkrautsamen oder Roggen, Weizen usw., oder gar aus Weizen Unkrautsamen, Hafer usw.

entfernen will. In Abb. 14 und 15 ist die innere Fläche je eines Trieurmantels zu sehen. Abb. 14 ist ein Trieur zum Auslesen von Raden und Halbkörnern aus Weizen, Abb. 15 ist wieder ein Trieur zum Trennen von Hafer und Weizen. Man kann sehen, daß die Zellen in Abb. 15 fast doppelt so groß sind als in Abb. 14. Beide Trieurs sind Konstruktionen der Seck-Greffenius Werke, Dresden-Frankfurt a. M.

Die Trieure sind also je nach dem erstrebten Ziele und je nach Getreideart verschieden zu wählen.

Die Trieurzylinder sind normal geneigt angeordnet und werden zu meist mit dem Aspirator zusammengebaut. In Abb. 16 ist eine J. A. Topfsche Gersteneinigungs- und Sortiermaschine zu sehen. Die beiden

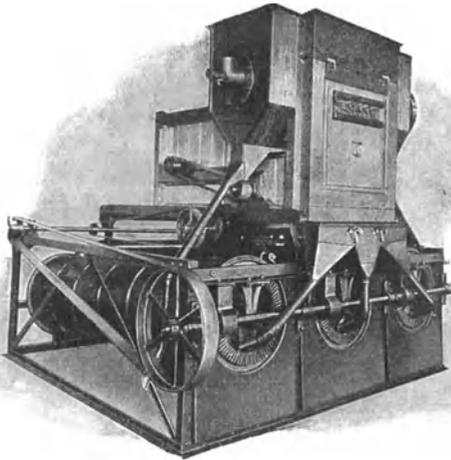


Abb. 16. Kombinierte Gersteneinigungs- und Sortiermaschine für ein stündliches Einlaufquantum von 60 Zentnern. (J. A. Topf & Söhne, Erfurt.)

rechtseitigen unter dem Aspirator befindlichen Zylinder sind die Trieurzylinder. Gewöhnlich werden zwei Trieurzylinder nacheinander oder parallel verwendet. Eine Sonderbauart ist der Hochleistungstrieur der Seck-Greffenius Werke, welcher sich vom normalen Trieur durch die horizontale Anordnung des Zylinders unterscheidet.

Der Grundgedanke dieser Ausführungsform ist, die in den Zellen bleibenden Veruneinigungen durch Vergrößerung der Drehgeschwindigkeit des Zylinders höher zu heben als bei den normalen Trieuren, um den guten Körnern eine größere Frist zum Herabfallen zu gewähren. Dadurch wird eine schärfere Reinigung erreicht. Die erhöhte Drehgeschwindigkeit vergrößert die Leistung des Trieurs. Die Schärfe der Trennung wird auch durch die kräftigere Mischwirkung der erhöhten Drehzahl gefördert. Die wagerechte Anordnung erlaubt einen bequemeren Antrieb als die geneigte Anordnung. Im allgemeinen empfiehlt es sich, die Trieure an einem Ende abzuschließen und mit einem Exhaustor in Verbindung zu setzen, da eine etwa eintretende Staubablagerung den Wirkungsgrad sehr stark vermindern kann. Oft wird noch ein Nachtrieur verwendet, dessen Zweck ist, die schon einmal gereinigte Gerste nachzureinigen, wobei der Rest der Halbkörner und der Sämereien mit den kleinen Gerstenkörnern entfernt wird. Dieses Gemisch enthält sehr viele Gerstenkörner, welche

mit Hilfe des Schneckenrieurs (Abb. 17) der Seck-Greffenius Werke abgedeschieden werden können. Der Schneckenrieur liefert die Kleinkörner, Halbkörner und Sämereien getrennt. Er stellt eine aus Schneckenwindungen verschiedenen Durchmessers bestehende Wendelrutsche dar, auf der die Körner abwärts gleiten. Beim Herabrutschen nimmt die Geschwindigkeit der Körner und die Zentrifugalkraft stets zu. Die Trennung erfolgt nicht nur auf Grund des Gewichtes der Körner, die Form hat auch einen entscheidenden Einfluß. Am Ende des Schneckenrieurs wird die Rutschbahn mittels einer verstellbaren Zunge in zwei Teile geteilt, um die Schärfe der Trennung regulieren zu können.

Die so geputzte Gerste ist wohl hinlänglich rein, jedoch nicht völlig gleichmäßig. Dies bezieht sich sowohl auf die Korngröße, als auch auf die physiologischen Eigenschaften. Die verschiedenen großen Körner nehmen in der Weiche das Quellwasser verschieden schnell auf und keimen auch mit sehr verschiedener Geschwindigkeit. Aber auch die gleich großen Körner verhalten sich verschieden; die Keimfähigkeit ist nicht die gleiche, manche Körner keimen überhaupt nicht. Bezüglich dieser Verhältnisse muß auf S. 58—59 verwiesen werden.

Es ist also sehr zu empfehlen, die geputzte Gerste einerseits nach der Größe und andererseits nach der Keimfähigkeit zu sortieren. Die Sortierung nach Größe kann einfach mit Sieben von entsprechender Maschenweite erfolgen. Für Brauereizwecke oder für extraktreiches Malz wählt man die großen Körner, für diastasereiches Malz wird die kleine bis mittelgroße (eiweißreiche) Gerste gewählt. Die Sortiersiebe trennen die Gerste zumeist in vier Sorten. Die I. Sorte wird „gute Gerste“ genannt, Maschenweite 2,8 mm und liefert extraktreiches Malz, die II. Sorte ist ebenfalls „gute Gerste“, Maschenweite 2,5 mm und wird noch für Brauzwecke verwendet. Die III. Sorte ist die „Hintergerste“, Maschenweite 2,2 mm und wird für Futterzwecke verbraucht. Die IV. Sorte ist der Ausputz und dient ebenfalls als Viehfutter. Diese Sortierung entspricht den Anforderungen für Brauzwecke hinreichend. Will man aber diastasereiches Malz erzeugen, so sollen die Siebe mit etwas abweichender Maschenweite verwendet werden: I. Körner bis 2,6 mm, II. Körner bis 2,4 mm, III. Körner bis 2,2 mm, IV. Ausputz. Am zweckmäßigsten kann Sorte II aufgearbeitet

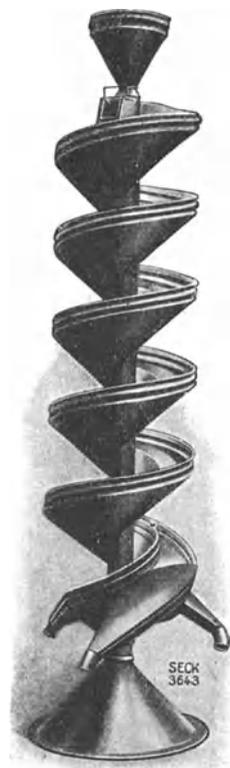


Abb. 17. Schneckenrieur.  
(Seck-Greffenius Werke,  
Dresden-Frankfurt a. M.)

werden. Es kann empfohlen werden, keine scharfen Grenzen aufzustellen, sondern das Sortieren immer den Eigenschaften der Gerste anzupassen. Dies läßt sich allerdings mit Sortiersieben schwer ausführen, da die Siebe stets gewechselt werden müssen.

Die Siebsortierung kann mit Zylindersieben und mit Plansieben (Plansichter) erfolgen. Die Sortierzylinder besitzen einen mit Siebblöcken versehenen Mantel, welcher sich um eine geneigte Achse dreht. Die Gerste wird an einem Ende eingefüllt und gleitet durch den Zylinder, wobei die der Maschenweite entsprechenden Körner durchfallen.

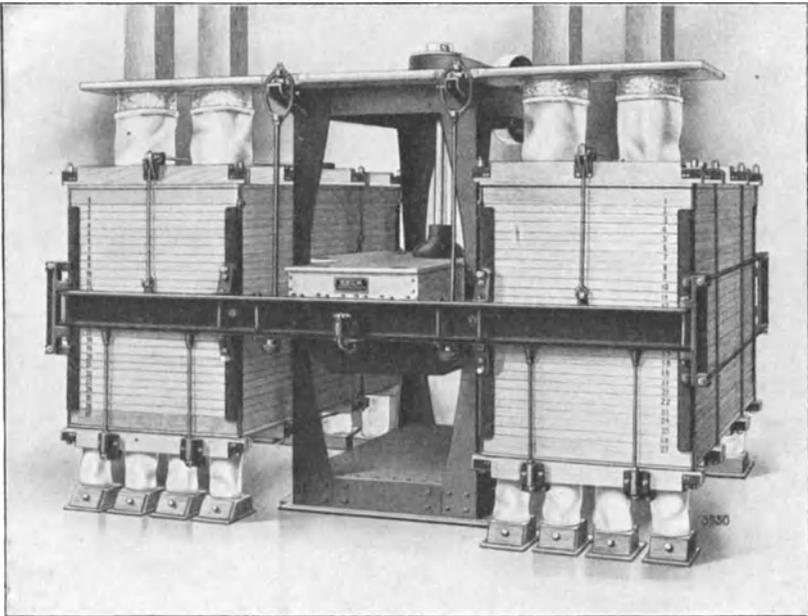


Abb. 18. Plansichter. (Seck-Greffenius-Werke, Dresden-Frankfurt a. M.)

Für jede Größe kann ein getrennter Zylinder verwendet werden. Häufig findet man aber Sortierzylinder, deren verschiedene Teile verschiedene Größen absortieren. Nicht selten findet man auch Sortierzylinder, deren Anfang einen Trieurmantel besitzt; der Zylinder ist also zugleich Trieur und Sortiersieb. Der Wirkungsgrad des Sortierzylinders ist gering, da der oben liegende Zylinderteil nicht ausgenutzt wird. Die Sortierzylinder werden zumeist mit der Putzanlage zusammengebaut, wie dies in Abb. 16 zu sehen ist, wo der linksstehende Zylinder der Sortierzylinder ist.

Einen bedeutend größeren auf die Siebfläche berechneten Wirkungsgrad besitzen die Plansiebe (Plansichter), da stets ihre ganze Siebfläche in Tätigkeit ist. Der Plansichter besteht aus übereinander gebauten

Plansieben, welche durch ein zur senkrechten Antriebswelle exzentrisches Gewicht in schwingende Bewegung versetzt werden. Es lassen sich nun auf gedrängtem Raume sehr viele Plansiebe unterbringen, wodurch der Wirkungsgrad noch vergrößert wird. Die Siebe werden entweder an die Decke oder an ein geeignetes Gestell mittels Schwingen aufgehängt. Die Plansichter können mit der Putzanlage nicht zusammengebaut werden. Die ganze Konstruktion ist geschlossen gebaut, steht mit einem Schlauchfilter in Verbindung und arbeitet deshalb vollkommen staubfrei (Abb. 18).

Auf einem völlig anderen Prinzip beruht die Tätigkeit der „Tischausleser“. Der Tischausleser trennt die Körner nach Größe und Qualität durch Bewegung ohne Siebe scharf voneinander. Man kann also die Siebsortierung teilweise vermeiden. In der Praxis findet man übrigens oft die Ansicht, daß eine genaue Sortierung überflüssig ist, obwohl die kleinen Körner schneller die Quellreife erreichen, die Weiche soll aber eben dann beendet werden, wenn die kleinen Körner die Quellreife erreicht haben. Die großen Körner erhalten beim Keimen noch Wasser und erreichen erst auf der Tenne die Quellreife. Dieses Verfahren mag oft seine praktischen Vorteile haben, will man aber ein Maximum an Keimfähigkeit und diastatischer Kraft erreichen, so ist ein Sortieren unvermeidlich. Das einfache Sortieren mittels Sieben leistet schon viel, aber diese Leistung wird vom Tischausleser noch bedeutend gefördert. Man kann aber auch ohne Siebsortierung nur mit dem Tischausleser arbeiten. Für die Erzeugung hochdiastatischer Malzextrakte kann die doppelte Sortierung mit Sieb- und Tischausleser nur empfohlen werden. Der Tischausleser arbeitet nach dem Wurfprinzip und besteht im wesentlichen aus einem wagerechten, verstellbar gelagerten Holztisch oder einem mit Blech überzogenen Tisch. Die Neigung der Tischplatte kann mit einer Schraube verschieden eingestellt werden. Auf dem Tisch sind in Richtung der Tischneigung Kanäle in Zickzackform ausgebildet. Der ganze Tisch wird ebenfalls in Richtung der Tischneigung exzentrisch geschüttelt. Die Körner werden dadurch bewegt, schlagen an die Kanalwände und prallen zurück. Je elastischer das Korn ist, um so größer ist das Zurückprallen. Die Tischneigung, sowie die Schüttelgeschwindigkeit kann nun derart reguliert werden, daß Körner von einer bestimmten Elastizität überhaupt nicht zurückprallen und sich dadurch in den Kanälen abwärts bewegen, während die elastischen Körner eine nach aufwärts gerichtete Bewegung ausführen. Neben der Elastizität ist noch das spezifische Gewicht ausschlaggebend. Da aber die leichten Körner eine geringere Elastizität besitzen als die schweren Körner, so wirken beide Faktoren gleichsinnig. Die Körner werden also mit Sicherheit in leichte und schwere getrennt, was bei keiner anderen Vorrichtung erzielt werden kann. Der Tischausleser läßt sich für sämtliche Getreidearten

und alle Verunreinigungen verwenden, nur die Tischneigung und die Schüttelgeschwindigkeit muß entsprechend eingestellt werden. Die praktische Bedeutung der Trennung der Gerste in Leichtgut und Schwergut ist die, daß eine höhere Keimfähigkeit und ein höheres Tausendkorngewicht erreicht wird, da alle spezifisch leichten Teile, wie Flughafener, Schwimmgerste, Auswuchs, nichtkeimende Körner usw. entfernt werden. Für diastatische Extrakte wird zuerst die kleine bis mittlere

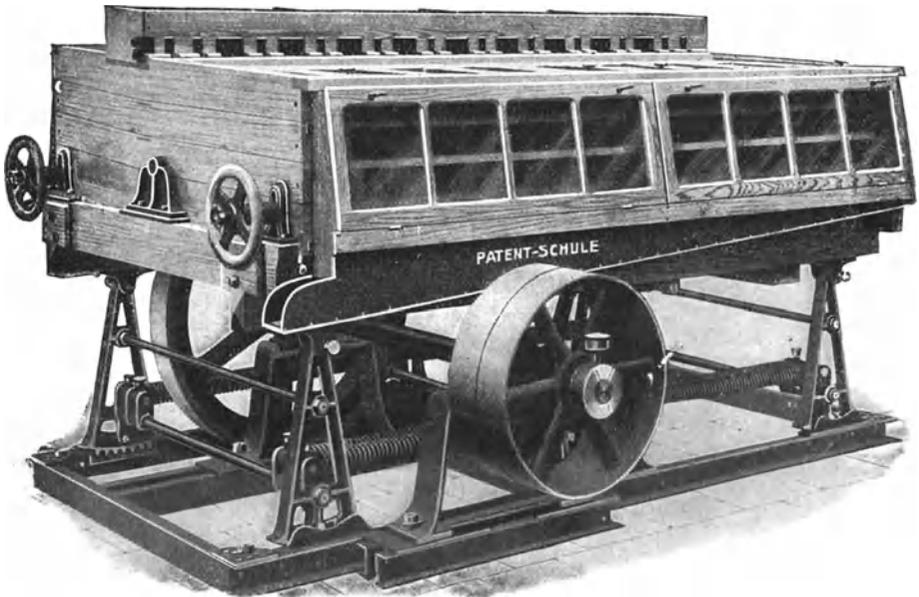


Abb. 19. Tischausleser „Aschenbrödel“. (F. H. Schule, G. m. b. H., Hamburg.)

Gerste mit Sieben aussortiert und diese mit einem Tischausleser von den leichten Teilen getrennt. Eine Diastasegerste, welche eine 92 proz. Keimfähigkeit hatte, wurde auf einem Tischausleser gereinigt, wobei die Keimfähigkeit auf 98% stieg. Das Tausendkorngewicht erhöhte sich von 42,3 auf 42,9. Der Abfall keimte nur zu 85% und hatte ein Tausendkorngewicht von 41,7. Wird größere Gerste gereinigt, so vermindert sich oft das Tausendkorngewicht, da die übergroßen Körner ebenfalls ausgeschieden werden.

In Abb. 19 ist der Tischausleser „Aschenbrödel“ der Firma F. H. Schule G. m. b. H., Hamburg, zu sehen. Die Kanäle dieser Ausführung sind mit Blech überzogen. Der Tischausleser der Seck-Greffenius-Werke, Dresden und Frankfurt a. M., besitzt eine Holzplatte, welche nur dann einen Blechüberzug erhält, wenn der Tischausleser nur für Stein-

auslösung benutzt wird. Beide Ausleser sind geschlossen gebaut und sind an einen Exhaustor angeschlossen.

Eine komplette Gerstenreinigungsanlage besteht also aus folgenden Teilapparaten:

1. Magnetapparat,
2. Entgranner,
3. Aspirator nebst Staubfilter und Exhaustor,
4. Siebwerk,
5. Trieur,
6. Sortiersiebe,
7. Tischausleser.

Abb. 20 stellt eine komplette Reinigungsanlage, System „Schule“ dar. Hier ist der Aspirator mit dem Siebwerk zusammengebaut. Das Sortiersieb liegt vor dem Trieur. Das Sortiersieb trennt die Gerste in drei Teile, die I. und II. Sorte durchläuft sodann getrennt je einen Trieur und wird vom Ausleser „Aschenbrödel“ weiter-sortiert.

Die auf beschriebene Art geputzte Gerste ist zum Vermälzen fertig.

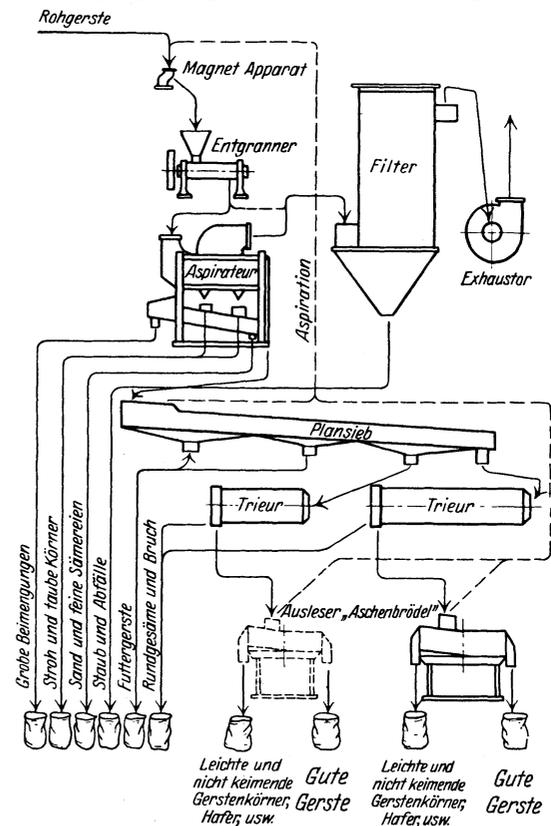


Abb. 20. Komplette Gerstenreinigungsanlage.  
(F. H. Schule, G. m. b. H., Hamburg.)

## D. Das Weichen des Getreides.

Wie auf S. 62 bereits festgestellt wurde, gewinnt die Lebenstätigkeit der Gerste nur dann an Geschwindigkeit, wenn genügend Feuchtigkeit vorhanden ist. Will man also die Gerste zum Keimen bringen, so muß für eine entsprechende Wasseraufnahme gesorgt werden. Dies kann durch das Weichen der Gerste erfolgen. Der Hauptzweck ist also, die Körner in einen gequollenen Zustand zu überführen, ein Nebenzweck ist dabei, das Waschen und die gleichzeitige Desinfektion.

Quillt die Gerste an, so beginnt sofort die Lebenstätigkeit, welche äußerlich aus der Kohlensäureentwicklung (Atmung) bemerkbar wird. Im Inneren der Körner beginnt die Tätigkeit der Enzyme, wodurch die

Kohlenhydrate und Eiweißstoffe abgebaut werden. Die eingeweichte Gerste ist also bereits ein stark aktives Lebewesen, welches sein Wachstum begonnen hat. Das Wachsen erfolgt auf Kosten der im Mehlkörper angehäuften Reservestoffe, welche nur in Gegenwart von Wasser aufgebraucht werden können.

Da die Gerste bespelzt ist, verläuft ihre Quellung nur sehr langsam, das Wasser steigt in den Tracheen, welche sich zwischen den äußeren und inneren Hüllblättern befinden, hoch und dringt dann schichtenweise in das Innere des Kornes hinein. Die Geschwindigkeit, mit welcher dies erfolgt, ist sehr verschieden. Sie hängt von rein inneren und rein äußeren Faktoren ab. Die kleine Gerste wird schneller vom Wasser durchdrungen als die große Gerste. Die Beschaffenheit des Mehlkörpers ist auch ausschlaggebend. Je glasiger ein Korn ist, um so langsamer erfolgt das Quellen. Die glasigen Kornteile nehmen das Wasser nur sehr schwierig auf. Zwischen der wahren und der scheinbaren Glasigkeit zeigt sich hier der erste praktische Unterschied: die scheinbare Glasigkeit verhindert die Wasseraufnahme nicht, während die wahre diese fast unmöglich macht. Das Embryo besitzt eine lockere Struktur und nimmt deshalb das Wasser schneller auf als der Mehlkörper. In die Spitze gelangt das Wasser am spätesten, da sie von den Eintrittsöffnungen, welche am Keimlingsende liegen, am weitesten entfernt ist. Dies ist besonders dann schwerwiegend, wenn Spitzenglasigkeit vorhanden ist, da keine richtige Quellreife und als Folge keine volle Auflösung erreicht werden kann. Die Geschwindigkeit der Wasseraufnahme wird auch von der Weichwassertemperatur beeinflusst. Je höher die Temperatur ist, um so schneller erfolgt die Quellung. Einen ähnlichen Einfluß übt die Beschaffenheit des Weichwassers: je härter das Wasser ist, um so langsamer erfolgt die Wasseraufnahme.

Die Wasseraufnahme erfolgt am ersten Weichtage am stärksten: nach 24 Stunden ist der Wassergehalt auf 39%, nach 48 Stunden auf 40%, nach 72 Stunden auf 45% und nach 96 Stunden nur auf 47% gestiegen. Die Verteilung des aufgenommenen Wassers ergibt sich aus folgenden, von Windisch und Haase stammenden Angaben:

Wassergehalt am ersten	Tage im	Keimlingsende	. 38,5%
„ „ „	„ „	Spitzenende	. 29,0%
„ „ zweiten	„ „	Keimlingsende	. 43,5%
„ „ „	„ „	Spitzenende	. 37,0%
„ „ dritten	„ „	Keimlingsende	. 44,5%
„ „ „	„ „	Spitzenende	. 38,0%

Der Unterschied ist also am dritten Tage noch nicht ausgeglichen und verschwindet auch im Verlauf der Keimung nicht.

Die Weichdauer, d. h. die Dauer, welche zum Erreichen des günstigsten Wassergehaltes erforderlich ist, ist sehr verschieden; sie hängt von den obenerwähnten Faktoren ab. Die Erfahrung hat bewiesen, daß

der günstige Wassergehalt 40—45% ist. Ist dieser Wassergehalt erreicht, so ist die Gerste quellreif. Ein Zuwenig an Wasser ist ebenso schädlich als ein Zuviel. Hat die Gerste zu wenig Wasser aufgenommen, so beginnt wohl die Lebenstätigkeit, flaut aber nach einiger Zeit wieder ab, die Gerste stirbt ab, so daß ein nachträglich erfolgendes Quellen keinen Nutzen mehr hat. Da aber alles einen zeitlichen Verlauf hat, so kann der nicht quellreifen Gerste oft noch nachgeholfen werden, wenn rechtzeitig mit Wasser gespritzt wird. Die Tabelle auf S. 62 zeigt, daß die Gerste nach einer 7tägigen Weiche ihre Keimfähigkeit vollkommen verloren hat. Die Angaben dieser Tabelle entsprechen den praktischen Daten nicht ganz, da die Keimfähigkeit erst nach 3 Tagen geschädigt wird, gesetzt, daß das Weichwasser eine weiter unten besprochene normale Beschaffenheit hat. Die normale Weichdauer beträgt 70 Stunden. Wird darüber geweicht, so begibt man sich in die Gefahr, die Gerste zu ersäufen. Es ist also Vorsicht geboten. Da nun einer unterweichten Gerste noch nachgeholfen werden kann, ist es ratsam, die Weiche nicht bis zur Quellreife zu treiben, sondern etwas früher abzubrechen. Die volle Quellreife kann dann später beim Keimen durch Bespritzen mit Wasser immer noch erreicht werden.

Die beste Weichwassertemperatur ist 10—12° C, bei welcher die Gerste in ungefähr 3 Tagen die Quellreife erreicht hat. In wärmeren Zeitabschnitten wird oft eine zweitägige Weichdauer genügen, während im Winter oft sogar eine Dauer von über 3 Tagen erforderlich ist. Höhere Temperaturen sind wegen des dann überhandnehmenden Pilzwachstums nicht zulässig. Windisch befürwortet demgegenüber die Verwendung von höheren Weichwassertemperaturen, und zwar bis 25° C. Diese Temperaturen begünstigen wohl die Entwicklung der Gerste, jedoch verursachen die vorhandenen Bakterien oft schwere Schäden, weshalb die Gerste gut gewaschen werden muß. Eine gründliche Desinfektion ist ebenfalls erforderlich. Will man hochdiastatisches Malz erzeugen, so ist von dieser wärmeren Weiche abzusehen, da eine zu schnelle Entwicklung nicht erwünscht ist. Oft wird auch die sog. Heißwasserweiche empfohlen, da diese manche Vorteile besitzt: die Quellung verläuft schneller, eine Desinfektion ist überflüssig, da die Bakterien vom heißen Wasser abgetötet werden, oder es wird wenigstens ihre Entwicklung gehemmt. Angeblich soll auch der Weichverlust geringer sein. Die Erfahrungen des Verfassers haben nichts derartiges ergeben, auch wird die Keimfähigkeit sehr leicht geschädigt, da die Gerste besonders empfindlich ist (S. 63). Für hochdiastatisches Malz soll die Heißwasserweiche nicht angewendet werden. Da die großen Körner schneller quellreif sind als die kleinen, soll auf gleichmäßige Sortierung ein großes Gewicht gelegt werden. Ist die Gerste nicht gut sortiert, so muß die Weiche unterbrochen werden, sobald die kleinere Gerste die Quellreife erreicht hat.

Roggen und Weizen haben keine Spelzen und erreichen deshalb die Quellreife sehr schnell: 24 Stunden genügen zumeist. Der Hafer ist bespelzt und benötigt deshalb eine längere Weichdauer, sie ist bei ihm jedoch geringer als bei Gerste: 48 Stunden. Oft wird empfohlen, den Hafer nur kurz zu weichen (10 Stunden) und dann erst beim Keimen mit Wasser reichlich zu spritzen. Der Mais läßt sich in kaltem Wasser überhaupt nicht weichen. Bei einer Weichwassertemperatur von 20—30° C beträgt die Weichdauer etwa 50 Stunden.

Für Weichzwecke soll ein möglichst keimfreies Wasser verwendet werden; das gewöhnliche Trinkwasser ist also unbedingt geeignet. Ist das Wasser nicht keimfrei, so wird die Gerste infiziert, manchmal derart stark, daß eine spätere Desinfektion nichts nutzt. Bakteriologisch unreines Wasser läßt sich zumeist schon an den chemischen und physikalischen Eigenschaften erkennen. Der Geruch, ein hoher Gehalt an organischen Substanzen, ein hoher Ammoniak-, Nitrit- und Nitratgehalt weist eindeutig darauf hin. Besitzt das Wasser eine größere Härte, so wird die Weichdauer verlängert. Ein hoher Gehalt an anorganischen Substanzen verringert den Weichverlust; von diesem Standpunkt aus soll man also eher mit hartem Wasser weichen. Enthält aber das Wasser viel Eisensalze, Kochsalz, Chlorcalcium, Chlormagnesium usw., so wird die Keimfähigkeit verringert. Solches Wasser soll nicht zur Anwendung gelangen.

Für die Weichdauer lassen sich also keine genauen Angaben machen. Die Beurteilung der Quellreife muß praktisch durch Untersuchung der Körner erfolgen, wobei nicht nur an eine Wasserbestimmung gedacht wird, da die Höhe des Wassergehaltes der quellreifen Gerste nicht einheitlich ist. Nicht die Höhe des Wassergehaltes ist für die Quellreife charakteristisch, sondern vielmehr der physikalische Zustand der Körner, welcher vom aufgenommenen Wasser hervorgerufen wird. Die Beurteilung der Quellreife beruht auf praktischer Beobachtung, weshalb die einwandfreie Feststellung der Quellreife Schwierigkeiten macht und den Erfahrungen des Mälzers überlassen werden muß. Der Praktiker zieht folgende Merkmale in Betracht:

1. Beim Drücken zwischen zwei Fingern sollen die Körner nicht mehr stechen, sondern sich zusammendrücken lassen; die Hülse soll dabei aufspringen.

2. Das Korn soll sich ohne zu brechen über den Fingernagel biegen lassen, wobei die Spelze sich leicht ablösen muß.

3. Das Korn soll sich beim Zerschneiden mit einem stumpfen Messer breitdrücken; ist die Quellreife noch nicht erreicht, so zerspringt das Korn in zwei Teile.

4. Das Korn soll sich mit dem Nagel quer zerteilen lassen. Oft wird auch das Durchbeißen des Kornes empfohlen.

5. Das quergeteilte Korn soll auf Holz einen Kreidestrich geben.

6. Das Korn soll sich in der Richtung der Furche glatt zerteilen lassen, die Bruchfläche soll bis auf eine kleine Insel in der Mitte gleichmäßig durchfeuchtet sein.

Das Durchbeißen des Korns ist nicht zu empfehlen, da auf dem Getreide zumeist Strahlpilze (*Actinomyces*) leben, welche beim Beißen leicht in das Zahnfleisch dringen und dort schmerzhaftige Erkrankungen (*Actinomycosis*) verursachen. Aus diesem Grunde muß dringendst davor gewarnt werden, das Getreide überhaupt in den Mund zu nehmen oder sogar es durchzubeißen! Es genügt nicht, nur einzelne Körner aus der Weiche hervorzunehmen und diese auf die angegebene Art zu untersuchen. Sind die kleinen Körner quellreif, so muß die Weiche unterbrochen werden. Werden Getreidearten ohne Spelzen (Weizen, Roggen, Mais) geweicht, so sind die Angaben bezüglich des Verhaltens der Spelzen außer acht zu lassen.

Die Gerste entwickelt in der Weiche Kohlensäure und verzehrt den im Wasser befindlichen Sauerstoff. Solange Sauerstoff im Wasser vorhanden ist, verläuft die Atmung der Gerste normal, ist er aber verbraucht, so tritt die „intramolekulare“ Atmung ein (S. 61) und Kohlensäure wird im Weichwasser angehäuft. Dauert dieser Sauerstoffmangel zu lange an, so erstickt die Gerste allmählich oder verliert wenigstens stark an Keimfähigkeit. Die Gerste, welche unter Sauerstoffmangel geweicht wurde, verhält sich beim späteren Keimen sehr abnormal, so daß kein einwandfreies Malz gewonnen werden kann; die Keimung wird verlangsamt, die Diastaseentwicklung ist schwach, die Auflösung ungleichmäßig und der Mälzungsschwund erheblich größer.

Wird aber dem Weichwasser Luft zugeführt, so können alle diese Mängel behoben werden. Wird der Gerste genügend Luft zugeführt, so entwickelt sich die Gerste vollkommen gleichmäßig.

Eine merkwürdige Tatsache ist, daß die gute Lüftung die Gerste gegen das „Überweichen“ schützt. Nur wenn die Gerste keinen Sauerstoff erhält, stirbt sie im Wasser ab.

Früher wurde die Luftzufuhr dadurch erreicht, daß das Weichwasser zeitweise mit frischem abgewechselt wurde. Windisch hat die große Bedeutung der Lüftung erkannt und die eigentliche Luft-Wasser-Weiche an Stelle der vorherbeschriebenen veralteten Weichmethode eingeführt. Diese besteht nach Windisch darin, daß die Gerste abwechselnd unter Wasser und ohne Wasser steht. Ein jeder Zeitabschnitt dauert beiläufig 6—8 Stunden. Dieses Verfahren verkürzt zwar das Mälzen, verlängert aber die Quellperiode. Ein geeignetes Verfahren ist auch das Einblasen von Luft in das Weichgut. Es wird dadurch einerseits der Sauerstoffvorrat im Wasser erneuert, andererseits übt der Luftstrom eine starke rührende Wirkung aus und wird dadurch zum Waschen des Getreides

geeignet. Gewöhnlich kommen beide Verfahren verbunden zur Anwendung, indem auch außerhalb des Wassers Luft durchgeblasen wird.

Die Atmung entwickelt Kohlensäure, welche sich beim Lüften entfernt. Besonders beim Einblasen von Luft läßt sich dies am Geruch erkennen. Die sich entfernenden Gase müssen einen säuerlichen und einen angenehmen, frischen Geruch besitzen. Ist das Weichgut nicht gesund, verläuft die Atmung intermolekular oder ist eine Infektion vorhanden, so verändert sich der Geruch. Ein esterartiger oder dumpfer Geruch ist nicht zulässig. Es muß in solchen Fällen für genügende Lüftung oder Desinfektion gesorgt werden.

Das Weichen dient gleichzeitig zum Waschen des Getreides. Zu diesem Zwecke wird das Getreide im Wasser gerührt, wobei sich der Schmutz ablöst. Wird nun das Weichwasser durch frisches ersetzt, so wird auch der Schmutz entfernt. Das Rühren soll nie mechanisch erfolgen, da die Körner dabei stark beschädigt werden. Die Lüftung kann zweckmäßigerweise gleichzeitig die Rührung besorgen. Das Waschen soll nicht sofort nach dem Einweichen erfolgen, man muß den Schmutz zuerst abweichen lassen, was ungefähr 10—15 Stunden in Anspruch nimmt. Das Wasser wird gewechselt, um den Schmutz zu entfernen. Notwendigerweise kann das Waschen öfters erfolgen, bis das Weichwasser klar bleibt. Wie oft des weiteren das Wasser gewechselt werden muß, kann nicht genau festgelegt werden; abgesehen vom Waschen ist die Temperatur des Weichwassers maßgebend. Das Wasser erwärmt sich stets, doch soll es womöglich keine über 12° C liegende Temperatur besitzen. Wird das Weichwasser abgelassen, so soll die Gerste einige Stunden ohne Wasser mit der Luft in Berührung stehen.

Das mechanische Waschen der spelzenlosen Getreidearten, wie Roggen und Weizen, ist nicht recht möglich, da beim Rühren die dünnen Schalen leicht beschädigt werden, weshalb recht vorsichtig vorgegangen werden muß.

Die eigentliche Reinigung kann am zweckmäßigsten durch Zusatz von Desinfektionsmitteln erfolgen. Der Zweck der Desinfektion ist, die dem Getreide anhaftenden schädlichen Mikroorganismen abzutöten. Es wird ständig eine große Anzahl von Desinfektionsmitteln angepriesen. Ihre Anwendung darf aber nur sehr vorsichtig erfolgen, denn verwendet man ein Mittel, welches nur eine unzureichende Wirkung entfaltet oder aber keine gleichmäßige Zusammensetzung und als Folge davon eine schwankende Wirkung besitzt, so kann man sich sehr schweren Betriebsstörungen aussetzen.

Im folgenden sollen die gebräuchlichsten Desinfektionsmittel kurz besprochen werden.

Das beliebteste Desinfektionsmittel ist das Kalkwasser. Es hat infolge seiner alkalischen Wirkung einen keimfördernden Einfluß auf die

Gerste, verhindert die Entwicklung der Bakterien und tötet nach längerer Einwirkung den größten Teil davon ab. Es gelingt aber nicht, ein vollkommen keimfreies Weichgut zu erhalten. Die Kalkwasserweiche erfordert große Sorgfalt, da der Kalk von der Gerste gut ausgewaschen werden muß, sonst wird die Keimfähigkeit der Gerste geschädigt. Auch muß darauf geachtet werden, daß keine Kalkteilchen in das Weichwasser gelangen, da diese nur schwierig entfernt werden können. Die Kalkwasserweiche wird in der Praxis noch an vielen Orten angewendet. Erforderlich ist sie, sowie im allgemeinen die Desinfektion, eigentlich nur, wenn man eine nicht einwandfreie Gerste aufarbeiten will. Die Nachteile der Kalkweiche sind oft größer als ihre Vorteile, abgesehen davon, daß die Desinfektionskraft des Kalkwassers nur verschwindend klein ist. Im allgemeinen verwendet man auf 100 l Wasser 200 g Ätzkalk.

Seltener gelangt die Schwefelsäure zur Anwendung, welche die Mikroorganismen nicht abtötet, sondern ihre Vermehrung infolge der erhöhten Wasserstoffionenkonzentration nur verhindert.

Der Formaldehyd, in 40 proz. Lösung Formalin genannt, besitzt eine bedeutende Desinfektionskraft, jedoch schädigt er die Keimfähigkeit (S. 66). In geringer Konzentration schadet er nicht, tötet aber auch die Mikroorganismen nicht ab. Er ist ein brauchbares Mittel, jedoch ist Vorsicht geboten. Gegen manche Bakterien ist Formalin fast wirkungslos. Es soll in 0,1 proz. Lösung zur Anwendung gelangen. Die schweflige Säure besitzt eine noch höhere antiseptische Kraft, jedoch ist ihre Anwendung sehr unbequem. Die sauren schwefligsauren Salze, wie  $\text{NaHSO}_3$ ,  $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ , haben eine geringere und dabei sehr unzuverlässige Wirkung.

Das Ammoniumbifluorid ( $\text{NH}_4\text{HF}_2$ , Flammon), sowie Kieselfluorwasserstoffsäure, welche in Form wässriger Lösungen ihrer Salze als Montanin, Keramyl usw. bekannt ist, haben nur eine ganz geringe Desinfektionskraft, besonders da sie wegen ihrer keimschädigenden Wirkung nur in schwachen Konzentrationen zur Anwendung gelangen können. Weder das Flammon, noch das Montanin, Keramyl usw. wird in der Praxis als Zusatz zum Weichwasser gebraucht. Sie sind auch verhältnismäßig stark giftig.

Der Chlorkalk und die Hypochlorite sind bedeutend besser geeignet. Der Chlorkalk selbst, der eigentlich als ein verunreinigtes Calciumhypochlorit anzusehen ist, ist weniger zweckmäßig, da er sehr viel unveränderten Kalk enthält und in Wasser schwer löslich ist, da ferner sein Gehalt an aktivem Chlor in sehr weiten Grenzen schwankt und außerdem nicht beständig ist. Der aktive Chlorgehalt beträgt bei frischer Ware etwa 35%, in französischen Graden beträgt dies ungefähr 100°, doch nimmt er ständig ab. Der Chlorkalk müßte eigentlich luftdicht gelagert werden. Die Desinfektionskraft des Chlorkalks ist sehr groß, nur wird sie von Eiweißsubstanzen und von oxydablen Kohlenhydraten sehr ge-

schwächt. Vor dem Gebrauch muß der Chlorgehalt des Chlorkalks bestimmt werden, um eine zuverlässige Desinfektionslösung zu erhalten. Eben infolge dieser Nachteile ist Chlorkalk nicht übermäßig beliebt. Sehr lange in der Praxis eingeführte Präparate sind Antiformin und Antifermentin, welche neben Natriumhypochlorit überschüssige freie Natronlauge erhalten. In der Praxis haben sich beide gut bewährt, haben jedoch den Nachteil, flüssig zu sein, so daß der Transport die Präparate sehr verteuert. In verdünnter Lösung soll die Wirkung vieles zu wünschen lassen.

Ein sehr bequemes und gut bewährtes Hypochloritpräparat ist das Caporit (früher Hyporit), ein chemisch reines Calciumhypochlorit mit 70 % aktivem Chlorgehalt. Das Präparat ist in Wasser leicht löslich, wird in einer 0,1—0,2 proz. Lösung verwendet und ist so absolut beständig. Das reine Hypochlorit scheint jedoch kein ganz harmloses Produkt zu sein, da es leicht zu momentaner Zersetzung neigt und explosionsartigen Sauerstoff abgibt. Der Verfasser konnte einen sehr schweren Unfall in der Praxis erleben, jedoch konnten die wahren Ursachen der erfolgten Explosion nicht festgestellt werden. Die Versuche ergaben, daß das Caporit nur bei einem Erhitzen über 100° den Sauerstoff freigibt, sind organische Substanzen vorhanden, so kann eine Entzündung nur beim Erhitzen stattfinden. Der Verfasser hat die Erfahrung gemacht, daß Caporit ein recht brauchbares und ungefährliches Desinfektionsmittel ist, insofern es nur mit einiger Vorsicht behandelt wird. Kein Erhitzen, kein Berühren in unverdünntem Zustand, kein Vermischen mit organischen Substanzen! Das Caporit besitzt eine hohe desinfizierende Wirkung und wirkt günstig auf die Keimfähigkeit des Getreides. Ein Nachteil des Caporits ist, daß es Holz und Metalle mehr oder weniger angreift.

Eine sehr große Desinfektionskraft besitzen die Chlorderivate (Chloramide) des p-Toluolsulfosäureamids, welche unter den Namen Chloramin, Aktivin, Mianin usw. bekannt sind. Es sind pulverförmige, unbegrenzt haltbare, neutrale, geschmacklose, ungiftige, nicht ätzende Körper, welche mit Wasser eine Hypochlorit bildende Lösung geben. Die Hypochloritmenge ist gering und bildet sich nur allmählich, je nachdem es von den Verunreinigungen verbraucht wird. Die Chloramide greifen weder Holz noch Metalle an und sind daher ideale Desinfektionsmittel.

Die Quecksilberverbindungen besitzen eine sehr hohe Desinfektionskraft, sind aber sehr giftig und werden daher fast nie verwendet. Wenn das Quecksilber auch in der Weiche wieder vollkommen von den Körnern herausgewaschen werden kann, so könnte infolge einer Fahrlässigkeit manchmal doch ein Versehen geschehen, was bei für Nährzwecke dienendem Malz schwere Unfälle zur Folge haben könnte. Für Textil-

extrakte kann man aber ruhig Quecksilberverbindungen gebrauchen, da diese es oft ermöglichen, ein völlig krankes Getreide mit gutem Erfolge aufzuarbeiten. Das Sublimat hat wohl eine gute Desinfektionskraft, schädigt aber die Keimfähigkeit stark. Der Verfasser hat in der Praxis mit organischen, im Kern mercurierten Quecksilberverbindungen, wie o-Chlorphenolquecksilber, o-Nitrophenolquecksilber, sowie Cyanquecksilberkresol in alkalischer Lösung Versuche angestellt. Diese Verbindungen sind Bestandteile des Uspuluns und des Germisans, beides bekannte Saatgutbeizmittel. Uspulun und Germisan wurden in 0,25 proz. Lösungen verwendet. Die Ergebnisse waren tadellos, das Getreide besonders Mais, wurde auch bei hohen Temperaturen nicht von Pilzen überwuchert.

Außer diesen Mitteln wird noch eine ganze Reihe empfohlen: Radaform, Pyricit, Pantosept, Mitiosol, Magnol, Novocit, Magnocid usw. Die Wertbestimmung der Desinfektionsmittel erfolgt bis heute noch nicht auf einheitlicher Grundlage. Die in der Literatur befindlichen Angaben sind nicht vergleichbar. Auch sind die Methoden nicht ganz einwandfrei, weshalb recht oft die Ergebnisse im Lichte einer geschäftlichen Reklame günstiger dargestellt bzw. erklärt werden. In folgender Tabelle sind die Wertangaben nach H. Lüers und F. Weinfurter zusammengefaßt. Die zahlenmäßigen Angaben wurden nach der Rideal-Walker-Methode bestimmt, wobei als Standard eine Phenollösung 1 : 100 dient. Die sich auf Uspulun und Germisan beziehenden Angaben wurden vom Verfasser nach derselben Methode bestimmt. Auffallend ist, daß die identischen Präparate, wie Aktivin, Mianin, Chloramin verschiedene Wirkungen besitzen: die vorhandenen Abweichungen, welche nicht übermäßig groß sind, sind gleichzeitig für die Genauigkeit der Methode bezeichnend:

Ammoniumbifluorid . . . . .	0,4	Pantosept . . . . .	11—13
Kieselfluorwasserstoffsäure . . . . .	0,4	Novocit . . . . .	12—13
Pyricit . . . . .	0,6	Magnocid . . . . .	20
Formaldehyd . . . . .	0,9	Schwefligsäure . . . . .	25
Phenol . . . . .	1,0	Salicylsäure . . . . .	35
Ameisensäure . . . . .	1,6	Chlorkalk . . . . .	35
Antiformin . . . . .	3,3	Aktives Chlor . . . . .	65
Radaform . . . . .	3,3	Diketon . . . . .	ca. 80
Cyclotelluro-Dimethylpentan . . . . .	4,4	Sublimat . . . . .	110
Mianin . . . . .	5,0	Germisan . . . . .	118
Benzoessäure . . . . .	5,0	Caporit . . . . .	120
Aktivin . . . . .	8,0	Uspulun . . . . .	121
Chloramin . . . . .	9,0		

Andere Verfasser finden wieder eine völlig andere Reihenfolge, so daß man sich hier einzig auf die eigene Erfahrung verlassen sollte.

Im Verlauf der Weiche erleidet das Weichgut einen nicht ganz unbedeutenden Weichverlust, welcher fast nur aus anorganischen Substanzen besteht. Im ersten Weichwasser überwiegen die anorganischen

Bestandteile, während in den folgenden Weichwässern die Menge der organischen Substanzen bedeutend zunimmt. Die organischen Substanzen sind hauptsächlich Kohlenhydrate. Die Größe des Verlustes beträgt während der normalen Weichdauer 1,2—1,3% bei Gerste, Roggen, Weizen und 2% bei Hafer. Diesbezüglich sind auch auf S. 63 noch Daten angeführt. Die herausgelösten Substanzen sind physiologisch wichtig, indem sie z. B. die Gärfähigkeit der Hefe stark fördern; ihre Bedeutung für die physiologischen Vorgänge beim Mälzen wird wohl auch nicht belanglos sein, so daß es angezeigt ist, auf einen möglichst geringen Weichverlust hin zu arbeiten. Das ist auch im Hinblick auf die Malzausbeute empfehlenswert.

In der Praxis wird die Quellung des Getreides in eisernen (Siemens-Martin-Stahlblech) Weichen oder Quellstöcken genannten zylindrischen Gefäßen vorgenommen. Früher, auch heute noch in älteren Betrieben, wurden die Weichen aus Beton angefertigt, oder man verwendete einfache runde, hölzerne Bottiche. Heute wird wegen der besseren Reinigungsmöglichkeit Eisen verwendet. Holz wie auch Beton besitzen eine sehr poröse Oberfläche, welche die gründliche Reinigung sehr erschwert. Zwecks bequemer Entleerung wird der untere Teil der Quellstöcke zumeist konisch ausgebildet.

Eine moderne Weiche muß folgende Vorrichtungen besitzen:

1. Weichwasserzufluß,
2. Weichwasserabfluß,
3. Ablauföffnung für das Weichgut,
4. Luftleitung für das Lüften, für die pneumatische Fördervorrichtung und für das Rühren (Waschen) des Getreides.

Der Wasserzufluß erfolgt gewöhnlich von unten, da das von unten aufwärts strömende Wasser den Schmutz mitträgt und oben abfließt. Ist der Zufluß oben, so filtrierte die Getreideschicht den Schmutz wieder ab. In der Gerste befinden sich stets leichte, leere Körner, sog. taube Hülsen, welche in der Weiche obenauf schwimmen. Diese „Schwimmgerste“ ist für die Mälzerei unbrauchbar und soll entfernt werden. Wird die Gerste im Quellstock aufgerührt, so steigt die Schwimmgerste leichter in die Höhe. Das oben abfließende Wasser nimmt die Schwimmgerste mit, da diese aber für die Futterzwecke noch verwertbar ist, ist am oberen Weichwasserüberlauf ein Kasten mit Siebeinsatz angebracht, welcher die Schwimmgerste zurückhält. Von hier wird sie zeitweise entfernt und getrocknet. Je sorgfältiger das Putzen der Gerste vorgenommen wurde, um so geringer ist die Menge der Schwimmgerste.

Die Anordnung des Schwimmgerstenkastens ist in Abb. 21 deutlich zu sehen. Diese Abbildung stellt einen Quellstock der Firma Freund-Starkehoffmann A.-G., Charlottenburg, dar, und kann gleichzeitig als Muster eines wohl eingerichteten Quellstockes dienen. Der

Quellstock hat ein zentrales Steigerohr, in dessen Mitte bis unten eine Druckluftleitung eingebaut ist. Am unteren konischen Ende findet man ein Bodenventil zum Ablassen der Gerste. Zwischen dem Bodenventil und dem Steigerohr ist so viel freier Raum, daß die Gerste anstandslos durch das Bodenventil oder in das Steigerohr gelangen kann. Neben dem Bodenventil ist der Zu- und Abfluß für das Wasser, sowie die Druckluftleitung angeordnet. Das zentrale Steigerohr dient zum pneumati-

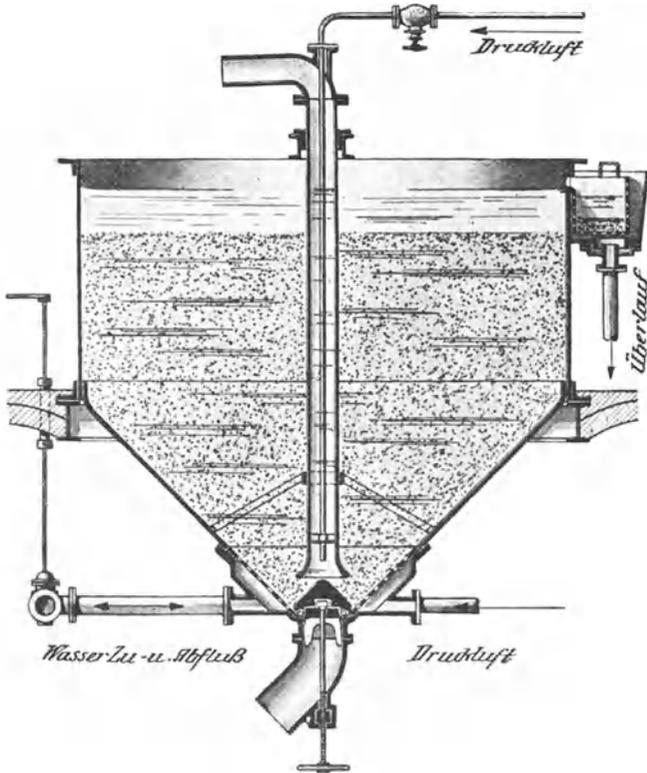
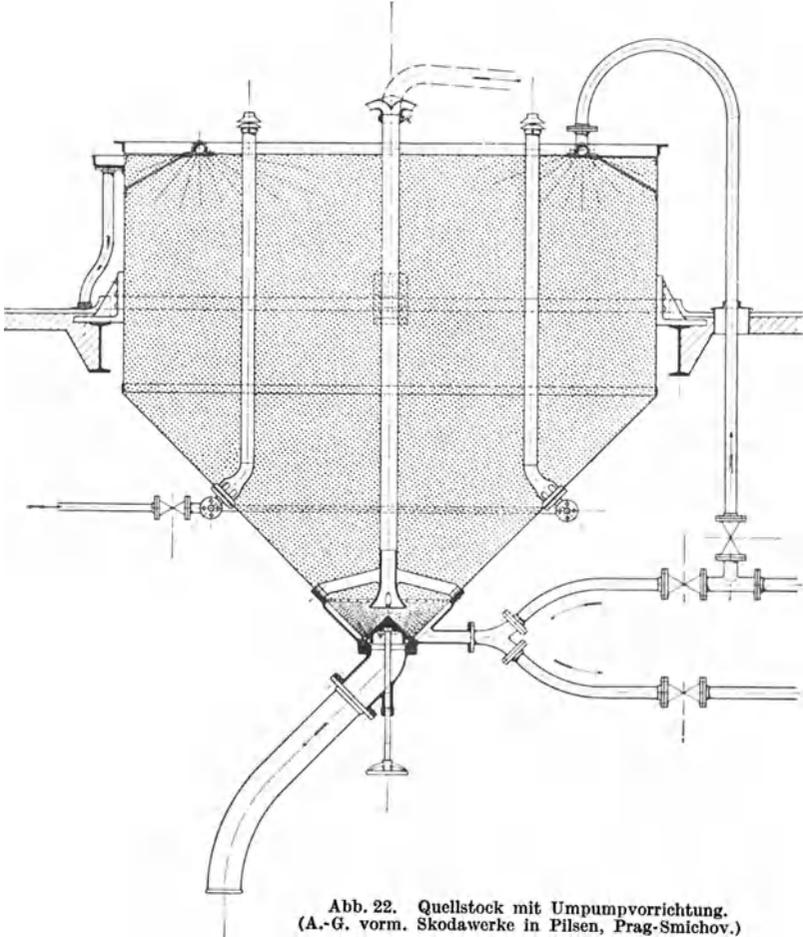


Abb. 21. Quellstock. (Freund-Starkehoffmann A.-G., Charlottenburg.)

sehen Weiterfördern des Weichgutes oder zum einfachen Waschen der Gerste. Ein Weiterfördern ist erforderlich, wenn das sog. Vorweichsystem gebraucht wird. Dieses System ist vorteilhaft, wenn eine größere Anzahl von Quellstöcken vorhanden ist, da es eine zweckmäßigere Anordnung der Transportvorrichtungen erlaubt, indem der Transport mit dem Waschen verbunden wird. In diesem Falle wird nur in einer bestimmten Anzahl von Quellstöcken eingeweicht, von hier wird dann das Weichgut in andere Quellstöcke gefördert und dort fertiggeweicht. Dies geschieht auf folgende Weise. In das zentrale Rohr läßt man durch

das enge Rohr Druckluft eintreten, wodurch ein Luft-, Wasser- und Gerstengemisch in die Höhe geschleudert wird und durch den oberen Krümmer in eine offene oder geschlossene Rohrleitung und von hier in die nächste Weiche fließt (Fertigweiche). Von unten läßt man inzwischen ständig frisches Wasser zufließen. Durch die Druckluft wird



die Gerste stark gerührt, gerieben und so ohne jede Verletzung ordentlich gewaschen. Mit Hilfe dieser Vorrichtung wird die Gerste restlos gewaschen und gleichzeitig gelüftet. Um die Gerste auch ohne Weiterbeförderung zu lüften, leitet man durch die untere Luftleitung Luft und lüftet die Gerste ohne Wasser. Sollte diese Lüftung nicht genügen, so kann noch ein Rohrsystem in den Quellstock eingebaut werden, welches die Luft besser verteilt. Diese Rohrleitung kann eine beliebige Form

besitzen und ist mit Düsen versehen, welche die Luft in das Weichgut eintreten lassen. Bedingung ist nur, daß die Verteilung der Düsen das Belüften des ganzen Quellstockquerschnittes ermöglicht. Eine Weiterförderung des Weichgutes durch das zentrale Rohr ist auch dann erforderlich, wenn die Quellstöcke nicht oberhalb der Tenne, der Keimtrommel usw. angeordnet sind.

An Stelle des oberen Krümmers kann auch eine Kappe mit nach unten gerichteten Öffnungen angebracht werden, welche statt der Weiterförderung ein Umpumpen mit gleichzeitigem Waschen und Lüften der Gerste erlaubt, wobei in demselben Quellstock fertiggeweicht wird. Eine solche Umpumpvorrichtung ist in Abb. 22 zu sehen, welche einen Quellstock der A.-G. vorm. Skodawerke in Pilsen, Prag-Smichov, darstellt. Das Umpumpen kann teilweise durch das zentrale Rohr, aber teilweise auch durch die seitlich angebrachten senkrechten Rohre geschehen, welche ebenfalls eine Luftleitung besitzen und ebenso wirken wie das zentrale Rohr. Wird der Rohraufsatz mit einem Rohrkrümmern vertauscht, so kann dadurch das Weichgut abgefördert werden. Die Gerste wird also hier in derselben Weiche entsprechend gewaschen und gelüftet. Dieser Quellstock besitzt noch eine andere, abweichende Vorrichtung: am oberen Teil des Quellstockes ist ein kreisförmiges perforiertes Rohr angebracht, durch welches Wasser auf die Oberfläche des Weichgutes gespritzt wird, es wird also „angeschwänzt“, gerade wie es beim Abläutern der Maische getan wird. Man kann auch gleichzeitig Luft durch das Weichgut blasen, das unten abfließende Wasser kann beständig oder aber zeitweise untenabgelassen werden.

In Abb. 23 ist die Umpumpvorrichtung der Firma J. A. Topf & Söhne, Erfurt, zusehen: diese besteht darin, daß auf dem zentralen

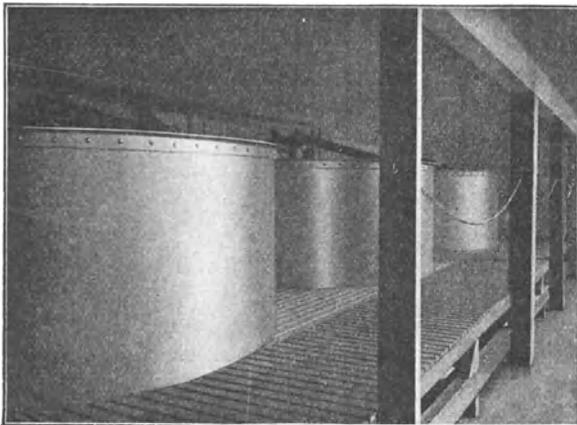


Abb. 23. Quellstöcke mit Schwenkrohren. (J. A. Topf & Söhne, Erfurt.)

len Rohr zwei Schwenkrohre drehbar angebracht sind, welche sich nach Art des Segnerschen Rades betätigen. Die Druckluft hebt die Gerste in die Schwenkrohre, welche sich infolge der Rückwirkung des ausströmenden Luft-, Wasser- und Gerstengemisches zu

drehen beginnen. Dadurch wird eine besonders gute Waschwirkung erreicht.

Vor dem Waschen läßt man die Gerste 10—15 Stunden weichen, damit sich der Schmutz ablösen kann. Nach Verlauf dieser Zeit beginnt man mit dem Umpumpen, wobei nach einiger Zeit stets frisches Wasser zugeleitet wird. Das Waschen wird so lange fortgesetzt, bis das Waschwasser oben klar abläuft. Gleichzeitig sammelt sich die Schwimngerste im Auslaufkasten.

Das Lüften kann in größeren Betrieben mit Hilfe eines Kompressors erfolgen (Zylinderluftpumpe oder Rotationsgebläse). In kleineren Betrieben findet man oft keine Druckluft. In solchen Fällen wird das Lüften dadurch besorgt, daß die Gerste ohne Wasser bei unten geöffnetem Ventil einige Stunden lang stehengelassen wird. Die schwere Kohlen-säure fließt unten ab. Ist eine Trommelkeimanlage vorhanden, so kann die untere Wasserzu- und -abflußöffnung mit dem Ventilator der Keim-trommel verbunden werden, wodurch die Gerste von oben nach unten gelüftet wird. Der erforderliche Luftdruck zum Umpumpen der Gerste hängt ab von der Größe der Weiche und von der Höhe des Wasser-spiegels und bewegt sich gewöhnlich zwischen 0,3—0,4 Atm. Während des Umpumpens sinkt dieser Druck bis auf zirka 0,2 Atm.

Der Gerste wird stets in die mit Wasser gefüllte Weiche eingelassen. Wasserwechsel erfolgt zumeist zweimal täglich. Wird das Wasser abgelassen, so folgt vorteilhaft ein zirka 2stündiges trockenes Lüften. Ist das Weichen beendet, so läßt man das Weichwasser 2 Stunden vor dem Ausweichen ab und lüftet die trockene Gerste gleichzeitig. Das Ausweichen erfolgt am unteren konischen Ende. Das Ventil oder der Ausweichschieber werden zumeist von unten gehandhabt. Die Quellstöcke werden entweder in ein Stockwerk oder in eine Bühne eingebaut. Die Wasserweiche wird stets von der Bühne aus reguliert, oft wird auch das Ausweichventil von hier aus gehandhabt.

Außer den hier abgebildeten Quellstöcken sind noch mehrere bewährte Ausführungen bekannt, welche im Prinzip den abgebildeten entsprechen: C. G. Bohm, Fredersdorf, Strauch & Schmidt, Neisse-Neuland, Maschinenbau A.-G., Golzern-Grimma, usw. Die Größe der Quellstöcke ist so zu bemessen, daß auf 100 kg Gerste 250 l Rauminhalt entfällt.

Die hier beschriebene Luft-Wasser-Weiche verursacht ein schnelleres Ankeimen, die Gerste beginnt beim Ausweichen zumeist schon zu spitzen. Dies bedeutet natürlich einen Zeitgewinn. Der Zweck der Weiche ist eigentlich nicht das Anquellen der Gerste, auch nicht das schnelle Ankeimen, sondern die Entwicklung einer hohen diastatischen Kraft und die Erreichung einer guten Auflösung und hoher Ausbeute. Die Luft-Wasser-Weiche ermöglicht dies, so daß heute fast nur noch diese gebraucht wird.

## E. Das Keimen.

### 1. Allgemeines.

Das Keimen der Gerste ist ebensowenig Selbstzweck der Mälzerei als die Weiche. Der Zweck des Keimens ist also nicht die möglichst starke Keimung (also lange Keime), sondern möglichst hohe diastatische Kraft und eine gute Auflösung zu erzielen. Das Keimen ist eine Lebentätigkeit der Gerste, welche auch an äußerlichen Merkmalen erkennbar ist: die Gerste verändert sich anatomisch. Das Embryo wächst zu Lasten des Mehlkörpers und läßt immer deutlicher und deutlicher die Anfänge der künftigen Pflanze erkennen: es entwickelt sich der Wurzelkeim und der Blattkeim. Dies erfolgt anfänglich unter den Spelzen, jedoch steigt ihre Spannung nach einer Zeit derart, daß sie am Keimlingsende bersten und die Wurzelscheide hervortreten lassen. In der Praxis sagt man nun, die Gerste „spitzt“, „äugelt“, „bricht“ oder „sticht“. Nach einiger Zeit treten aus der Wurzelscheide mehrere Würzelchen, etwa zwei bis fünf hervor, die Wurzel „gabelt“. Der Blattkeim entwickelt sich unter der Spelze und kommt von dort im Verlauf des Keimens für Mälzereizwecke zumeist nicht hervor. Der Blattkeim besteht aus einer Anzahl ineinander angeordneter Blattanlagen, er durchbricht das innere Hüllblatt und schiebt sich unter dem äußeren Hüllblatt gegen dem Spitzende; dort angekommen, bricht er ebenfalls hervor. Gewöhnlich wird das Keimen nicht so weit geführt. Wird das Keimen zu warm geführt, oder war die Weichung sehr ungleichmäßig, so entwickeln sich auch die Blattkeime stark. Die Körner, welche auch schon hervorgebrochene Blattkeime besitzen, werden „Husaren“ genannt. Das Vorhandensein dieser Husaren ist ein Zeichen des ungleichmäßigen Keimens und das erhaltene Malz ist zumeist von sehr schlechter Qualität, außer wenn „Langmalz“ vorliegt.

Wie bereits erwähnt wurde, hat die Keimung nicht die rein anatomische Veränderung des keimenden Kornes zum Ziele, sondern die verschiedenen inneren Vorgänge, welche im Verlauf des Keimens vor sich gehen und das Erzeugen von Malzextrakten mit gewünschten Eigenschaften ermöglichen.

Im Inneren des Getreidekorns verlaufen zwei parallele Vorgänge, welche voneinander unabhängig sind. Der erste Vorgang ist der enzymatische Abbau des Mehlkörpers, der zweite ist das Verbrennen dieser Abbaustoffe, d. h. die Atmung. Dieser zweite Vorgang verursacht die Keimverluste, weshalb die Atmung womöglichst zurückgedrängt werden muß. Der erste Vorgang ruft die sog. Auflösung hervor und erzeugt eigentlich jenes Produkt, welches als „Malz“ bezeichnet wird. Eine Grundbedingung für den Ablauf dieses Vorganges ist natürlich das Vorhandensein der erforderlichen Enzyme. Diese Enzyme sind: Diastase, Cytase, Peptase, Hemicellulase, Lipase, Oxydase. Die Eigenschaften

dieser Enzyme sind auf S. 31—45 näher beschrieben. Das wichtigste Enzym ist die Diastase, welche auch im Hinblick auf die fertigen Extrakte eine große Bedeutung besitzt. Für die Malzbereitung selbst ist noch die Cytase, sowie die Peptase wichtig. Die Bedeutung der Hemicellulase ist noch nicht ganz klar, die der Lipase ist eine nur sehr geringe. Die Diastase hat beim Mälzen selbst eine verhältnismäßig geringe Funktion, deren Größe von der Atmung abhängig ist.

Der Ursprung der Enzyme ist der Keimling. Der Keimling enthält keine Enzyme, auch keine Diastase, welche am leichtesten nachweisbar ist. Beginnt aber die Lebenstätigkeit des Keimlings, so bilden sich allmählich die Enzyme, und zwar scheinbar aus den enzymatisch inaktiven Reservestoffen. Diese Reservestoffe begeben sich durch die Epithelschicht (S. 49) in den Mehlkörper, wo sie ihre Tätigkeit beginnen. Der Stärke- und Eiweißabbau kann so lange nicht beginnen, als die Stärkekörner und die Eiweißsubstanzen von der aus Cellulose bestehenden Zellhaut eingehüllt sind. Diese Zellhaut wird von der Cytase abgebaut, so daß die Wirkung der Cytase die erste ist, welche überhaupt beobachtbar ist. Zuerst werden die an die Epithelschicht grenzenden Zellwände aufgelöst, bald greift aber diese Wirkung auf die Stärke führenden Zellen über. Die dickwandigen Aleuronzellen werden während der üblichen kurzen Keimdauer zumeist überhaupt nicht angegriffen. Man kann mikroskopisch beobachten, daß die Stärkekörner nur in solchen Zellen diastatisch angegriffen werden, welche von der Cytase bereits zersetzt sind. Die Zellwände bilden eigentlich die feste Struktur des Mehlkörpers; werden sie zerstört, so bekommt der Mehlkörper andere physikalische Eigenschaften, er verliert die Härte, wird mehlig und leicht zerreiblich. Die Praxis benutzt zum Bezeichnen dieses Zustandes den Ausdruck „Auflösung“. Die Auflösung wird durch die Glasigkeit verhindert oder wenigstens verlangsamt. Die Spitzenglasigkeit ist die schlechteste, da die Enzyme in die am weitesten gelegenen Teile am schwierigsten gelangen. Sind nun die Hohlräume des Mehlkörpers mit Eiweißstoffen verkittet (Glasigkeit S. 55—57), so wird das Vordringen der Cytase erschwert. Hier muß die Peptase zu Hilfe kommen: hat nun die Peptase die verkittenden Eiweißstoffe gelöst, so kann die Cytase vordringen und das ihrige leisten. Die scheinbare Glasigkeit ist harmloser, da sie in der Weiche verschwindet, die wahre Glasigkeit ist eigentlich der schwierige Punkt der Mälzerei. Diese Klippe zu umgehen, muß man reichliche praktische Erfahrungen besitzen, um die Keimungsbedingungen den jeweiligen Eigenschaften der Gerste anpassen können. Man wird sich von manchen in der Praxis angenommenen Ansichten frei machen müssen, um die Malzbildung unabhängig von der Gerstenqualität immer in die erwünschte Richtung leiten zu können. Es ist unmöglich, die Keimung nach einem festen Schema zu

führen. Das Verhalten der Gerste muß im Verlauf des Keimens ständig überwacht und die Führung dem Ergebnis entsprechend gestaltet werden.

Die echt glasige Gerste muß auch peptisch in Angriff genommen werden, um eine gute Auflösung zu erreichen. Die Stärkekörner sind in den Zellen in Eiweiß gebettet, die Diastase kann an die Stärke nur dann herankommen, wenn das Eiweiß bereits abgebaut ist. Je eiweißreicher eine Gerste ist, um so schwerer kann die Diastase ihre Tätigkeit entfalten und um so mehr muß die Peptase in Anspruch genommen werden. Die peptische Auflösung erfolgt bei einer anderen Temperatur als die durch die Cytase hervorgerufene Auflösung, wie dies bei der Besprechung der optimalen Keimtemperatur hervorgehoben wird. Die eiweißreiche Gerste muß also ganz anders gemälzt werden als die eiweißarme Gerste.

Die Tätigkeit der Cytase, der Peptase, sowie Diastase verursacht keine Verluste. Die Cytase beginnt die enzymatische Tätigkeit, jedoch muß diese Tätigkeit wechselnd von der Peptase unterstützt werden. Hat diese gemeinsame Wirkung die Auflösung hervorgerufen, so greift die Diastase die Stärkekörner an (S. 15) und löst einen Teil auf. Der Stärkeverlust ist im Verlauf des Keimens verhältnismäßig gering und beträgt 4—7%. Die verzuckerte Stärke wird von den Oxydasen veratmet. Zwischen der abbauenden Wirkung der Diastase und der Atmung herrscht ein Gleichgewicht; je stärker die Atmung ist, um so mehr Stärke wird abgebaut. Eine gewisse Menge von Abbauprodukten bringt die Tätigkeit der Diastase und merkwürdigerweise auch die der anderen Enzyme zum Stillstand. Werden die Gerstenkörner mit Maltose getränkt, so kann man überhaupt keine Auflösung erhalten. Über den Grad der Auflösung, welcher in der Mälzerei anzustreben ist, lassen sich keine genauen Angaben machen. In der Brauerei richten sich die Anforderungen nach dem Biertypus, in der Extraktfabrikation ist die Lage etwas exakter, da hier entweder auf eine hohe Extraktausbeute oder aber auf eine hohe diastatische Kraft hingearbeitet wird. Ist eine hohe Extraktausbeute erwünscht, so wird man unter den jeweiligen Verhältnissen die größtmögliche Auflösung anstreben. Ist demgegenüber eine hohe enzymatische Kraft erforderlich, so wird man zwar im Prinzip auf die hohe Auflösung kein übermäßiges Gewicht legen müssen, doch in der Praxis wird man auch hier eine große Auflösung anstreben, da das Extrakt getrennt, wie dies später ausführlich beschrieben wird, für diastasearme Nährextrakte verwendet werden kann. Die unterlöstten Malze haben also für die Malzextraktfabrikation einen geringeren Wert. Das Wachsen der Keime wird in der Praxis oft als Maßstab der Auflösung betrachtet. Es ist wohl richtig, daß diese beiden Erscheinungen Schritt neben Schritt laufen, doch im allgemeinen dürfte dies nicht der Fall sein.

Die Länge der Keime wird des weiteren auch als ein Maßstab der erreichten enzymatischen Kraft betrachtet. Wie bereits erwähnt wurde,

hat das Keimen nicht den Zweck, möglichst lange Keime zu gewinnen, sondern eine möglichst hohe Auflösung und enzymatische Kraft zu erzielen. Obwohl ohne Keimen dies nicht erreicht werden kann, ist es nicht erforderlich, recht lange Keime zu erzeugen. Die Wärme, die Sauerstoffzufuhr, die Feuchtigkeit, geben genügend Gelegenheit, um das gewünschte Ziel ohne übertrieben lange Keime zu erreichen.

Die Diastase hat eine doppelte Wirkung: eine stärkeverzuckernde und eine stärkeverflüssigende. Diese beiden Eigenschaften ändern sich im Verlauf des Keimens nicht ganz gleichmäßig, sie scheinen sogar voneinander unabhängig zu sein (S. 35). Wie hoch die erreichbare diastatische Kraft ist, hängt von den individuellen Eigenschaften der Gerste ab. Im allgemeinen wird in der Praxis angenommen, daß die eiweißreiche Gerste eine höhere diastatische Kraft liefert, jedoch ist dies keine Regel. Übrigens hat die Keimführung einen sehr großen Einfluß; eine sonst wertvolle Gerste liefert eine unbedeutende diastatische Kraft, wenn sie nicht gut geführt wird. Die allgemeine Regel ist, daß eine jede Gerste die erforderliche Keimführung selbst angibt, man muß nur ihr Verhalten stets beobachten.

Vorausgesetzt, daß die Keimführung der Gerste vollkommen gleichmäßig erfolgt, entwickelt sich die diastatische Kraft mit der Keimdauer. In der Praxis findet man oft die Ansicht, daß ein langgekeimtes Malz (Langmalz) eine höhere diastatische Kraft besitzt, als das sog. „Kurzmalz“. Dies ist aber nur bis zu bestimmten Grenzen richtig. Nach den Versuchen von Effront steigt das Verzuckerungsvermögen nur bis zu einer bestimmten Grenze und sinkt von dort an wieder, während die verflüssigende Kraft ohne Rückfall weitersteigt. Aus folgender Tabelle ist zu ersehen, daß das Verzuckerungsvermögen am 23. Keimtag das Maximum erreicht hat. Die in der Tabelle angeführten Zahlen mögen vorläufig als Vergleichszahlen betrachtet werden. Die Zahlen

Keimdauer Tage	Verzuckerungs- vermögen	Verflüssigungs- vermögen	Länge des aus dem Korn aus- getretenen Blattkeims
6	106	666	$\frac{1}{4}$ Kornlänge
8	118	1000	—
10	167	1140	—
11	170	1600	$\frac{3}{5}$ Kornlänge
12	140	1760	—
14	138	1800	ganze Kornlänge
16	180	1800	—
18	210	2000	—
20	220	2280	—
22	225	2760	—
23	250	3200	doppelte Kornlänge
24	240	3200	—
25	230	3600	dreifache Kornlänge
27	210	4000	—
29	215	4000	—
30	218	4000	—

geben an, daß die verflüssigende und die verzuckernde Kraft sich auch bei der Entwicklung nicht parallel verschieben.

Für Brauereizwecke wird das Keimen nach dem 8. Tage abgebrochen, da zumeist eine genügende Auflösung und diastatische Kraft erreicht ist. Für Brennereizwecke wird 18 Tage gemälzt (Langmalz), da nach der Erfahrung eine längere Keimführung keine Vorteile mehr bietet; der Extraktverlust durch Atmung gleicht die Zunahme an diastatischer Kraft eben aus.

Die Größe der Keimverluste (Mälzungsschwund) hängt von der Keimführung ab. In der Praxis wird bei einer Keimdauer von 8 Tagen mit 6—7% und nach 18 Tagen mit 18% Stärkeverlust gerechnet. 100 kg Gerste liefern nach 8 Tagen 140 kg Grünmalz mit rund 43% Wassergehalt und nach 18 Tagen 122 kg Grünmalz mit demselben Wassergehalt. Auf Darrmalz berechnet bedeutet dies eine Ausbeute von ca. 83—84% bzw. 71—72%. Die Keimdauer soll nie endgültig festgelegt werden, sie soll sich stets nach der vorhandenen Gerste richten. Wird rein auf Extraktausbeute gearbeitet, so muß auch die Auflösung in Betracht gezogen werden, wird jedoch auf Diastase gearbeitet, so muß die Menge der vorhandenen Diastase in Rechnung gestellt werden. Die absolute Menge der Diastase läßt sich analytisch nicht bestimmen, man kann aber ihre Wirkung messen, indem man die unter ganz bestimmten Verhältnissen aus Stärke erzeugte Maltosemengen analytisch bestimmt. So z. B. bestimmt man, wieviel Gramm Maltose von 1 kg Malz erzeugt werden. Diese Zahl kann zum Vergleich dienen. Wie diese Bestimmung erfolgt, wird im analytischen Teil näher beschrieben. Für diastatische Zwecke muß 1 kg Grünmalz 6—8000 g Maltose erzeugen können. Diese Zahl wollen wir kurz diastatische Kraft (DK) nennen. Für Brauereizwecke genügt auch eine bedeutend geringere Zahl. Das Langmalz erreicht oft eine DK von 11—12000. Beim Langmalz ergeben sich aber bedeutende Verluste, welche die hohe DK ausgleichen können. Um auch hier sich ein geeignetes Urteil bilden zu können, muß man stets die vorhandene gesamte DK vor Augen halten. Dies soll wie folgt verstanden werden: Es werden z. B. 5000 kg Gerste mit 12% Wassergehalt eingeweicht. Diese Menge entspricht einer Trockensubstanz von 4400 kg. Nach der Weiche enthält das Weichgut 43% Wasser, die Gesamtmenge ist 7560 kg. Nach 8tägigem Keimen haben wir nur mehr 3450 kg Trockensubstanz = 6052 kg Keimgut mit ebenfalls 43% Wasser, die DK des Malzes ist 6050. Multiplizieren wir die DK mit der vorhandenen gesamten Malzmenge, so erhalten wir die Maltosemenge, welche von der gesamten Malzmenge erzeugt werden kann. Diese Menge ist in unserem Fall  $6052 \times 6050 = 36614600$ . Lassen wir das Malz nun noch 10 Tage keimen, so haben wir am 18. Tage dann nur noch 2990 kg Trockensubstanz = 5466 kg Grünmalz, die DK beträgt 8725. Die erzeugbare

Gesamtmaltosemenge beträgt  $5166 \times 8725 = 47\,690\,850$ . Die absolute Diastasemenge ist also um 11076250 Einheiten, d. h. um 30,2% angestiegen. Ob nun diese höhere Diastaseausbeute den höheren Gestehungskosten, sowie dem Extraktmehrerlust, ca. 12%, das Gleichgewicht hält, ist lediglich eine Kalkulationsfrage, welche aber zur Zeit sehr ungünstig ist, weshalb stets nur 8 Tage gekeimt wird. Der Grund hierfür ist, daß es mit Hilfe der Maischverfahren gelingt, die Diastase in den Extrakten zu konzentrieren und getrennt davon ein Extrakt mit nur wenig Diastase zu gewinnen. Da dies möglich ist und auch die diastasearmen Extrakte verwertbar sind, so hat es keinen Sinn, zur Erreichung einer höheren DK einen Teil des Extraktes zu verlieren. Wären aber die diastasearmen Extrakte nicht verwertbar, so könnte eine längere Keimdauer in Erwägung gezogen werden.

Nicht nur die Entwicklung der diastatischen Kraft ist von Bedeutung, die peptische Kraft wird in der Praxis zu oft unterschätzt. Die Brauerei selbst benötigt keine hohe peptische Kraft, um so mehr die Brennerei, die Preßhefefabrikation und die Malzextraktfabrikation. Einerseits wird die Extraktausbeute erhöht, andererseits sind im Extrakt mehr Eiweißabbauprodukte, welche für Backextrakte von hoher Bedeutung sind.

Der peptische Abbauvorgang läßt sich mit Hilfe des Formoltiters verfolgen, s. S. 30 und analytischer Teil. Das Vorwärtsschreiten der „Eiweißauflösung“ läßt sich also quantitativ verfolgen. Im normalen Grünmalz findet man stets über 1000—2500 mg formoltitierbaren Stickstoff auf 1000 g Trockensubstanz berechnet. Je höher diese Zahl ist, um so höher ist scheinbar die peptische Kraft. Diese läßt sich aber auch leicht exakt bestimmen, wenn unter genau festgelegten Bedingungen die vom Malz gebildeten formoltitierbaren Stickstoffmengen festgelegt werden. Das normale Grünmalz bildet 500—2200 mg formoltitierbaren Stickstoff auf 1000 g Trockensubstanz berechnet. Die Durchführung dieser Bestimmung ist im analytischen Teil beschrieben. Die Zahlen, welche in Milligramm die von 1 kg Malztrockensubstanz oder annähernd 1 kg Darrmalz erzeugten formoltitierbaren Stickstoff-

mengen angeben, wollen wir peptische Kraft oder kurz PK nennen.

Keimdauer Tage	Peptische Kraft	Blattkeimlänge
2	220	—
4	700	—
6	1400	$\frac{1}{4}$ Kornlänge
8	2000	—
10	2200	—
12	2500	$\frac{3}{5}$ Kornlänge
14	2500	ganze Kornlänge
16	2550	—
18	2600	—
20	2600	—

Bezüglich der peptolytischen Enzyme ist auf S. 43 noch Näheres zu finden. Die Eiweißabbauprodukte dienen zur Ernährung des Keimlings, eine Menge bleibt aber unangegriffen im Korn.

Der Fettgehalt erleidet ebenfalls erhebliche Veränderungen. Das Gerstenfett wird vom fettspaltenden Enzym, von der Lipase in Fettsäure und Glycerin gespalten und dann veratmet. Eine besondere Bedeutung für die Mälzerei hat diese Tatsache nicht. Die erfolgten Veränderungen sind in der beigefügten Tabelle nach I. Sedlmayer zusammengefaßt. Die in Klammern befindlichen Zahlen sind auf die Trockensubstanz berechnet.

	Gerste	Geweichte Gerste	Grünmalz	Darrmalz
Feuchtigkeit . . . . .	13,92 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	46,83 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	46,35 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	3,97 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Fettausbeute . . . . .	2,07 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> (2,40 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> )	1,28 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> (2,32 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> )	1,00 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> (1,87 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> )	1,88 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> (1,96 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> )
Unverseifbares . . . . .	0,111 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> (0,120 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> )	0,065 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> (0,122 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> )	0,075 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> (0,140 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> )	0,135 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> (0,140 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> )
Stearine . . . . .	0,065 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> (0,071 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> )	0,034 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> (0,064 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> )	0,037 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> (0,069 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> )	0,072 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> (0,074 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> )
Nichtstearine . . . . .	0,046 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> (0,049 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> )	0,030 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> (0,058 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> )	0,037 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> (0,069 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> )	0,062 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> (0,064 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> )
Lecithin . . . . .	0,659 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> (0,766 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> )	0,390 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> (0,733 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> )	0,454 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> (0,846 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> )	0,868 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> (0,904 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> )
Refraktometerzahl des Fettes .	68,0	68,1	70,6	71,2
Refraktometerzahl d. Fettsäuren	51,2	49,5	51,3	50,1
Säurezahl des Fettes . . . . .	16,7	16,9	32,1	19,8
Säurezahl der Fettsäuren . . . .	193,6	194,4	189,6	189,1
Verseifungszahl des Fettes . . .	181,5	181,1	176,6	177,2
Jodzahl nach Wys des Fettes .	125,2	126,5	132,4	131,3
Jodzahl nach Wys der Fettsäuren	130,1	132,8	136,3	135,3
Unverseifbares . . . . .	5,01 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	5,24 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	7,47 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	7,16 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Stearine . . . . .	2,94 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	2,75 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	3,69 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	3,80 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Nichtstearine . . . . .	2,05 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	2,45 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	3,69 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	3,29 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Lecithin . . . . .	3,78 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	2,89 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	4,71 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	4,31 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>

Der Fettgehalt vermindert sich also, während das Unverseifbare und das Lecithin zunimmt. Ein wichtiger Bestandteil des Kornes und so der Gerste ist das Phytin (Inositphosphorsäure), welches beim Keimen durch ein Phytase genanntes Enzym in Inosit und Phosphorsäure gespalten wird, die sich in Form von Phosphaten ansammelt. Das Phytin ist ursprünglich als Magnesium-, Calcium- usw. Salz im Korn vorhanden. Die Bildung der Phosphorsäure verursacht eine Zunahme der Gerstenacidität, da saure Phosphate gebildet werden. Beim Keimen entsteht nicht nur Phosphorsäure, es bilden sich auch viele organische Säuren, welche aber in Salzform gebunden werden und daher auf die Acidität einen geringen Einfluß ausüben.

Die Abbauprodukte der Enzyme werden durch Oxydasen veratmet und liefern dadurch die zur Lebenstätigkeit erforderliche Wärme. Die Atmung verläuft parallel mit dem Wachstum des Kornes. Je stärker die Atmung ist, um so schneller wächst die Gerste. Der Zweck des Mälzens

ist aber nicht das schnelle Wachsen, weshalb damit etwas vorsichtig vorgegangen werden muß, besonders mit Rücksicht darauf, daß das Atmen das wertvolle Extrakt vergeudet. Die Atmung kann nun in sehr weiten Grenzen geregelt werden. Die Stärke der Atmung hängt von folgenden Bedingungen ab: 1. Sauerstoff-Kohlensäure-Verhältnis, 2. Feuchtigkeit, 3. Temperatur.

Die zwischen den keimenden Körnern angehäufte Luft wird allmählich verbraucht und der Platz wird von der entstandenen Kohlensäure eingenommen. Die Kohlensäure hemmt nun die Atmung. Hat sie eine bestimmte Konzentration erreicht, so beginnt die intramolekulare Atmung, und bei noch höherer Konzentration hört die Atmung völlig auf. Näheres über die Kohlensäureentwicklung findet man auf S. 61. Auf S. 67 ist auch der Einfluß des Sauerstoff-Kohlensäure-Verhältnisses näher besprochen. Die Kohlensäure bringt die Keimung bei einer 20 proz. Konzentration völlig zum Stillstand. Die Empfindlichkeit des Keimlings ist aber nicht konstant, da sie im Verlauf der Keimung immer geringer und geringer wird. Dies hat den Vorteil, daß nur im Anfang für die Erneuerung des Sauerstoffes Sorge zu tragen ist, später kann man die Kohlensäure sich ansammeln lassen und dadurch den Schwund bedeutend verringern. Auch die Enzymentwicklung wird nach dem 4.—5. Tage von der Kohlensäure nicht mehr geschädigt. Praktisch wurde diese Erscheinung im „Kohlensäurerastverfahren“ ausgenutzt. Eine wichtige Tatsache ist, daß in Gegenwart von Kohlensäure das Malz eine geringere Acidität erhält, was für besonderen Zwecken dienende Malzextrakte wichtig ist.

Wie auf S. 61 klargelegt ist, beginnt die Lebenstätigkeit der Gerste erst, wenn genügend Wasser vorhanden ist. Dies ist der Fall, wenn die Gerste quellreif ist. Auf S. 91 sind die Folgen des ungenügenden und des übermäßigen Weichens beschrieben. Die unterweichte Gerste ist stets besser, als die überweichte. Die Gerste muß beim Keimen stets beobachtet und der Wassergehalt überwacht werden. Beobachtet man die Gerste beim Keimen ständig, so erkennt man einen Wassermangel am Verhalten der Gerste selbst: die Entwicklung flaut ab, die Gerste erwärmt sich schlecht, Auflösung, DK bzw. PK steigen nicht an. Es ist auch zweckmäßig, den Wassergehalt ständig zu bestimmen. Ein Wassermangel kann durch Bespritzen noch behoben werden, während die Folgen der Überweichung nur schwer behoben werden können.

Ist genügend Wasser in der Gerste vorhanden, so beginnt die Lebenstätigkeit, das Atmen, wodurch Wärme entwickelt wird. Der ansteigenden Temperatur entsprechend wird die Entwicklung der Gerste beschleunigt. Die Gerste keimt in weiten Temperaturgrenzen: von 3° bis 30°, das Optimum liegt 20° C (S. 64). Bei dieser Temperatur keimt die Gerste am besten, dies bedeutet aber nicht so viel, daß sie in der Mälzerei

stets als die optimale Temperatur anzusehen ist. Wenn man daran denkt, daß der Zweck des Mälzens nicht das Keimen selbst, sondern die Auflösung und die enzymatische Kraft ist, so kann man dies leicht einsehen. Die Erfahrung sagt, daß die Keimung stets bei einer unter  $20^{\circ}$  liegenden Temperatur geführt werden soll. Als Regel gilt die Erfahrung, daß die Keimung so kühl als nur möglich geführt werden muß. Das bei höherer Temperatur geführte Malz ist gewöhnlich enzymarm, da der enzymatische Abbau verhältnismäßig schnell verläuft und die Enzyme auch stärker verbraucht werden und ihre Wirkung verlieren. Die Entwicklung des Keimgutes ist bei hoher Temperatur nicht gleichmäßig, es entstehen leicht Husaren und dabei tritt leicht eine Pilzwucherung auf, abgesehen davon, daß der Schwund erheblich ist. Die niedrige Keimtemperatur hat den Vorteil, daß eine ergiebigere Enzymentwicklung zu beobachten ist, der Schwund ist bedeutend (um einige Prozente) geringer und auch die Pilze überwuchern nicht. Will man höhere DK erhalten, so muß man unbedingt bei noch niedrigeren Temperaturen als  $17,5^{\circ}$ , und zwar zwischen  $15$ — $17^{\circ}$  C keimen lassen. Diese Temperatur ist noch nicht so niedrig, um mit einer 8tägigen Keimdauer nicht auskommen zu können. Diesog. „Kaltmälzerei“ arbeitet bei noch niedrigerer Temperatur: bei ca.  $8$ — $10^{\circ}$  C. Diese Kaltmälzerei wurde bereits 1909 von Jalowetz näher beschrieben, es wurde ihr jedoch erst in den Kriegsjahren eine größere Aufmerksamkeit geschenkt. Neben dieser Keimführung mußte die Keimdauer auf 11 Tage verlängert werden, die Auflösung und die DK war befriedigend. Die normale Keimführung arbeitet mit einer ständig ansteigenden Temperatur, während die Kaltmälzerei die Temperatur nur in den ersten Tagen ansteigen läßt, sodann wird sie so weit als möglich heruntergedrückt. In der Praxis des Verfassers hat sich die Kaltmälzerei sehr gut bewährt, jedoch kann empfohlen werden, die Keimung nicht bei zu niedriger Temperatur zu führen, um die Keimdauer nicht verlängern zu müssen. Die höchste Temperatur soll, soweit es möglich ist,  $17^{\circ}$  C sein, am Anfang und nach dem 6. Tag soll die Temperatur unter  $15^{\circ}$  C gegen  $14^{\circ}$  C liegen. Eine zu niedrige Temperatur ist nicht zu empfehlen, da die Temperatur durch Zeit nicht ersetzbar ist. Dasselbe ist für die hohe Temperatur gültig (S. 64). Bei gleichmäßig niedriger Temperatur kann man kein richtiges Malz erhalten. Um eine gute Auflösung zu erhalten, muß man oft die Temperatur in die Höhe schnellen lassen, dazu benutzt man die natürliche „Hitze“ der Gerste. Die erforderliche Temperatur ist eine Funktion der individuellen Eigenschaften der Gerste. Die eiweißarmen Gersten lösen sich leicht bei niedriger Temperatur auf, werden aber schwer hitzig, die eiweißreichen Gersten lösen sich schwerer, erfordern eine höhere Temperatur und geraten leicht in die Hitze. Hat man eine unbekannte Gerste in der Arbeit, so muß man stets auf der Hut sein, um sich vor Überraschungen, vor

schnellen Temperaturerhöhungen schützen zu können, da die hohe Temperatur oft sehr schädlich werden kann. Die Gerste zeigt selbst, wie hoch die Temperatur gehen muß, um die erforderliche Auflösung zu erhalten. Will man eine höhere PK und einen größeren Eiweißabbau erhalten, so muß man die Temperatur höher steigen lassen; in welchem Grade dies erfolgen soll, ergibt die ständige Kontrolle des Formoltiters. Oft genügt es, die Temperatur für nur ganz kurze Zeit ansteigen zu lassen, um die erwünschte Auflösung oder PK zu erreichen. Man wird oft sehr gute Erfolge erzielen, wenn man die Temperatur, wenn auch nur für kurze Zeit, außergewöhnlich hoch ansteigen läßt, vorher wie nachher soll natürlich völlig kalt geführt werden. Es wird oft wohl Schwierigkeiten bieten, von der alten Gewohnheit, kühl zu führen, abzuweichen und höhere Temperaturen zuzulassen, doch wird man stets seinen Nutzen und seine Freude daran haben. Diese Abweichung hat nur bei Gersten, welche auf hochdiastatisches und hochpeptisches Malz verarbeitet werden sollen, eine Bedeutung.

Ein gleichmäßiges, von der Qualität unabhängiges Arbeiten ist nur dann möglich, wenn der ganze Vorgang vollkommen in der Hand des Mälzers liegt, wenn also das Keimen in einem „kontrollierten Betrieb“ erfolgt. Dies ist nur bei den zeitgemäßen Keimvorrichtungen möglich, während die früheren primitiveren Vorrichtungen dies durchaus nicht ermöglichen.

## 2. Die praktische Mälzerei.

Heute wird fast nur in der Luft-Wasser-Weiche gequollene Gerste verarbeitet. Die Gerste beginnt schon im Quellstock zu spitzen, d. h. die Wurzelkeime brechen schon im Quellstock hervor. Von nun an wachsen die Keime ständig; zu allererst zerteilt sich die Wurzelspitze in mehrere Teile, sie gabelt. Gleichzeitig steigt die Temperatur an, das durch das Atmen entstandene Wasser schlägt sich auf der Außenseite der Gerste nieder, sie kommt in „Schweiß“, was um so schneller erfolgt, je hitziger die Gerste ist. Um die Keimung normal führen zu können, muß man die Gerste leicht lüften und kühlen können. Diese beiden Anforderungen sind jene, welchen die Keimvorrichtungen entsprechen müssen. Das in der Luftwasserweiche gewonnene Weichgut verhält sich beim Keimen bedeutend besser, als das nicht gelüftete. Die nicht gelüftete Gerste spitzt erst nach dem Ausweichen, die Entwicklung verläuft langsam, und es läßt sich auch keine richtige enzymatische Kraft erreichen.

In der Praxis werden im Prinzip zweierlei Keimvorrichtungen gebraucht: 1. Die Tennenmälzerei, 2. die pneumatische Mälzerei.

Die Tennenmälzerei ist die ältere Keimvorrichtung. Die Lüftung bzw. Kühlung erfolgt dadurch, daß man die keimende Gerste durch Umschaukeln mit der Tennenluft in Berührung bringt, während in der

pneumatischen Mälzerei die Luft mittels eines Ventilators durch das Keimgut gedrückt oder gesaugt wird. Die Tennenmälzerei ist ein unkontrollierter Betrieb, das Keimgut ist nicht völlig in der Hand des Mälzers, während die pneumatische Mälzerei in einigen Ausführungen einen vollkommen kontrollierten Betrieb erlaubt.

#### a) Die Tennenmälzerei.

Die Tenne ist eigentlich ein geschlossener Raum, auf dessen Boden die keimende Gerste ausgebreitet wird. Die Temperatur, welche auf einer solchen Tenne herrscht, hängt natürlich in erster Linie von der Außenlufttemperatur ab, weshalb in den wärmeren Zeitabschnitten überhaupt nicht gearbeitet werden kann, und in den kälteren Zeitabschnitten kommt die Gerste nur sehr schwer in die „Hitze“, wodurch die Keimdauer stark verlängert oder die Keimung zu besonders kalten Zeiten ganz verhindert wird. Das Heizen der Tenne kann nur sehr ungleichmäßig durchgeführt werden, und dabei wird die Luft und dadurch das Keimgut zu trocken. Im Sommer kann wieder die Kühlung nicht durchgeführt werden, da die Kühlung der ganzen Tenne zu kostspielig ist. Beispiele dafür findet man trotzdem in der Praxis! Man war also bestrebt, die Tenne so weit als möglich von der äußeren Temperatur unabhängig zu machen und findet aus diesen Gründen die Tennen wenigstens teilweise (1,5—2,5 m tief) in die Erde gelegt, woher auch der oft gebrauchte Ausdruck „Malzkeller“ stammt. Diese Anordnung ist aber nicht immer möglich, und so sind die Tennen sehr oft oberirdisch, auch mehrere übereinander untergebracht; diese können aber nach Eintritt der wärmeren Zeit überhaupt nicht gebraucht werden, während die unterirdischen bedeutend länger arbeitsfähig sind. Auf der Tenne kann nur periodisch, wenn geeignete Temperaturverhältnisse vorhanden sind, gearbeitet werden, weshalb die im Verlauf des ganzen Jahres erforderlichen Malzmengen in dieser Periode erzeugt werden müssen. Die geeignetste Temperatur ist 10—12° C.

Die Tennen liegen zumeist im untersten Teil der Mälzereien und haben äußerst dicke Wände, da sie die Last des ganzen Gebäudes tragen müssen. Diese dicken Wände bieten gleichzeitig einen Wärmeschutz. Der Wärmeschutz wird oft auch dadurch erhöht, daß man doppelte Wände mit einer dazwischenliegenden Luftisolierschicht baut. Fenster sind überhaupt nicht vorhanden oder doch nur sehr kleine. Dies dient ebenfalls dem Wärmeschutz, es wird aber dadurch auch das Licht ausgeschlossen. Die Gerste ist ein Dunkelkeimer (S. 61), weshalb die Praxis das Sonnenlicht womöglich ganz ausschließt. Oft findet man die Ansicht vertreten, daß das blaue Licht eine besonders gute Wirkung auf die Keimung ausübt, weshalb man die Fenster blau anstreicht. Die vorhandenen Fenster und Türen können zweckmäßigerweise doppelte sein.

In Abb. 9 ist eine Tennenmälzerei der Firma J. A. Topf & Söhne, Erfurt, abgebildet. Es sind dort 2 Tennen übereinander angeordnet, die untere ist zur Hälfte in die Erde gelegt.

Der Fußbodenbelag der Tenne besteht zumeist aus Sandsteinplatten, gebrannten Tonplatten, Ziegelsteinen oder Zement. Die Sandsteinplatten, Tonplatten oder Ziegelsteine haben den Vorteil, infolge ihrer Porösität Wasser aufsaugen zu können, so daß das Keimgut seine Feuchtigkeit leichter beibehält; ein großer Nachteil ist aber, daß sie schwer zu reinigen sind. Der Zementbelag ist glatt, läßt sich leicht reinigen, doch trocknet das Keimgut rascher aus und hält sich nicht so lange frisch.

Die Wände und die Decken der Tenne müssen sich ebenfalls leicht reinigen lassen, weshalb sie mit möglichst glatter Oberfläche ausgebildet werden müssen. Beide werden zumeist mit Kalk weißgetüncht. Die Wände werden zweckmäßig bis zu 1 m Höhe mit einem dichten und glatten Zementverputz, z. B. Preolit usw., versehen. Oft findet man auch einen Teer- oder Ölanstrich. Glänzende, helle Anstriche sind nicht zweckmäßig, da sie auch dann rein erscheinen, wenn Wasser auf ihrer Fläche niedergeschlagen ist (ungenügend gelüftete Tenne!). Dunkle Anstriche sind auch nicht geeignet, da die Tennen zu dunkel werden. Die Decken und die Wände müssen auch möglichst lückenlos sein, es sollen daher nur wenig Rohrdurchgänge vorhanden sein. Solche müssen immer gut abgedichtet werden, da die Reinlichkeit sonst stark gefährdet wird. Besonders gefährlich ist etwa durchsickerndes Wasser.

Die Größe der Tennenfläche richtet sich nach dem Malzbedarf. Die Praxis rechnet auf 100 kg Malz 6 m<sup>2</sup> Tennenfläche. Diese Fläche genügt auch zumeist in den etwas wärmeren Zeitabschnitten, und es sind dabei auch die erforderlichen freien Wege und Wasserkanäle inbegriffen.

Infolge der Atmung der Gerste sammelt sich auf der Tenne viel Kohlensäure und Wasserdampf an. Ihre Entfernung erfolgt durch Lüften. Das Lüften kann durch natürlichen Zug (durch zweckmäßig angeordnete Fenster) oder durch Ventilatoren erfolgen.

Die Reinigung der Tenne ist äußerst wichtig, da die Gerste sonst leicht infiziert wird. Ist die Tenne abgeräumt, so muß sie durch Waschen gründlich gereinigt werden. Ist dies erfolgt, so kann noch ein Desinfektionsmittel, wie Caporit, Chloramin, Aktivin usw. in Anspruch genommen werden. Die Decken und Wände werden mit Kalk und einem zugesetzten Desinfektionsmittel, ebenfalls Caporit, Chloramin, Aktivin usw., getüncht. Die auf der Tenne liegenden Malzhaufen werden zweckmäßig durch auf der Tenne befindliche ca. 30 cm hohe Zwischenwände voneinander getrennt, so daß das Schmutzwasser beim Waschen der Tenne nicht mit den anderen Haufen in Berührung kommen kann. Näheres über die Desinfektion ist auf S. 94—97 zu finden.

Die Gerste kommt vom Quellstock auf die Tenne und wird hier in Haufen gelegt. Hat die Gerste schon im Quellstock zu spitzen begonnen, so wird die Haufenhöhe gewöhnlich mit 25 cm gewählt. Hat das Spitzen noch nicht begonnen, so muß als Haufenhöhe 50 cm gewählt werden (Naßhaufen). Je höher der Haufen, um so schneller erwärmt sich die Gerste. Da die Weichen sich zumeist über der Tenne befinden, wird die Gerste durch das untere Ventil einfach abgelassen. Liegt aber die Tenne höher, was selten der Fall ist, so kann die Gerste pneumatisch hingefördert werden (S. 78, 99). Muß die Gerste auf entfernte Stellen der Tenne gefördert werden, so benutzt man kleine Wagen, welche kippbar sind (Kippwagen), sonst wird die Gerste einfach weitergeschaufelt. Beginnt die Gerste zu spitzen (Spitz- oder Brechhaufen), so muß sie ausgebreitet, d. h. die Haufenhöhe auf 25 cm verringert werden, da die Temperatur nun ständig in die Höhe geht. Zur Kontrolle der Temperatur wird in den Haufen ein Winkelthermometer gesteckt. Das Winkelthermometer wird in einem Drahtgestell befestigt und so auf den Haufen gestellt, daß sich das Quecksilbergefäß im Inneren des Haufens befindet. Die Einteilung, d. h. der obere Teil des Thermometers, liegt flach und es kann deshalb leicht abgelesen werden. Ein Fernregistrierthermometer leistet hier sehr wertvolle Dienste. Über die Temperaturführung des Haufens siehe die Trommelmälzerei (S. 130). Steigt die Temperatur, so wird die Haufenhöhe stets entsprechend erniedrigt. Ist die Gerste hitzig, so soll sofort eine kleinere Haufenhöhe, z. B. 15—20 cm, gewählt werden. Genaue Zahlen über die Haufenhöhe lassen sich nicht angeben, da die Höhe sich stets nach dem Verhalten der Gerste zu richten hat. Also herrscht auch hier das Hauptgebot: die Gerste ist stets zu beobachten! Steigt die Temperatur, so verstärkt sich das Atmen und Wasserdampf entsteht. Dieser Wasserdampf schlägt sich an der Oberfläche der Körner (Schweiß) und am Boden des Haufens nieder. Gleichzeitig trocknet aber die Oberfläche des Haufens infolge Verdunstung ab. Die Temperatur ist an der Oberfläche ebenfalls geringer. Der Haufen wird also ungleichmäßig. Der Haufen wird in diesem Zeitabschnitt „Junghaufen“ genannt. Hat die Temperatur 15—17° C, je nach der Gerste, erreicht, so muß für Kühlung gesorgt werden. Gleichzeitig mit dem Kühlen wird auch die entstandene Kohlensäure entfernt. Dies erfolgt durch Umschaukeln, Wenden, Widdern.

Das Wenden hat also die dreifache Aufgabe: 1. Lüften, 2. Kühlen und 3. den Haufen ausgleichen. Das Wenden erfolgt in der Praxis mit Schaufeln, welche entweder einfach mit der Hand betätigt werden oder aber rein mechanisch arbeiten. Die Anhänger der alten „Mälzkunst“, die nur auf der Tenne ein gutes Malz gewinnen können, halten nur die Handarbeit für geeignet, da nur diese die Erledigung der erwähnten 3fachen Aufgabe gewährleisten kann. Der Mälzer hebt mit seiner Hand-

schaufel zuerst die obere Hälfte des Haufens in die Höhe (Oberstich), gibt mit einer Handbewegung, wozu Übung erforderlich ist, den Körnern eine wirbelnde Bewegung. Die Körner werden auf diesem Wege gelüftet, sie kühlen sich ab und fallen dann zu Boden, und zwar kommt die frühere obere Schicht nach unten. Jetzt nimmt der Mälzer die untere Schicht (Unterstich) des Haufens und wendet auf dieselbe Art; die frühere untere Schicht kommt an die Oberfläche des Haufens, d. h. das untere, mehr feuchte Malz kommt nach oben und trocknet hier etwas ab, während das mehr trockene Malz nach unten kommt und hier in „Schweiß“ gerät. Die dreifache Aufgabe ist also mit Hilfe des „doppelstichigen“ Umschauflens erledigt. Der Haufen soll derart geführt werden, daß das durch Trocknen verdampfende Wasser stets durch Atmungswasser, d. h. durch beim Atmen entstehendes Wasser ersetzt wird. Der richtig geführte Haufen soll nach beendigter Keimung denselben Wassergehalt haben als zum Beginn. Es gelingt dies aber nicht immer und der Haufen trocknet etwas ab. In diesem Falle muß mit Wasser gespritzt werden. Auf das Spritzen muß besondere Sorgfalt verwendet werden; das Wasser muß möglichst fein zerstäubt auf das Keimgut gelangen. Das Spritzen kann daher nicht mit einem gewöhnlichen Schlauch erfolgen, denn dann bekommt der Haufen an einigen Stellen viel Wasser, an anderen Stellen wieder gar nichts. Die Folge davon ist, daß der Haufen ungleichmäßig wächst. Am zweckmäßigsten ist, am Schlauchende eine Zerstäubungsdüse anzuwenden, wodurch das Wasser in feiner Regenform auf den Haufen niederrieselt.

Wenn der Haufen zu ungleichmäßig, d. h. wenn Temperatur und Wassergehalt nicht überall im Haufen gleich, jedoch Temperatur und Kohlensäuregehalt des Haufens nicht zu hoch sind, so bedarf der Haufen keiner Lüftung und Kühlung, sondern es genügt ein einfaches Mischen. Dies erfolgt mit Hilfe des Malzpfluges.

Es wurde versucht, die Handschaufel durch rein mechanisch arbeitende Schaufeln zu ersetzen. Diese Versuche hatten sehr lange keinen Erfolg, da einesteils das Wenden nicht vollkommen war, andererseits war die Apparatur äußerst kompliziert, so daß stets mit Betriebsstörungen zu kämpfen war. Ein weiterer Nachteil war, daß die mechanischen Tennen-Grünmalzwender nur auf ganz regelmäßig gebauten ebenen Tennen anstandslos arbeiten. Das Grünmalz wurde auch leicht beschädigt. Die neueren Konstruktionen sind schon brauchbarer. In Abb. 24 ist ein Tennen-Grünmalzwender, Patent Gabasch der Firma J. A. Topf & Söhne, Erfurt, dargestellt. Dieser ragt besonders hinsichtlich einfacher, solider Konstruktion, Betriebssicherheit, Verwendbarkeit auf jeder Tenne und exakter Arbeitsleistung hervor. Der Grünmalzwender ersetzt vollkommen die Handarbeit des Mälzers. Das Widdern

des Haufens erfolgt ganz exakt mit Ober- und Unterstich. Die Konstruktion, sowie die Arbeitsweise dieses Grünmalzwenders lassen sich durch nachstehende Beschreibung veranschaulichen (Abb. 25 und 26):

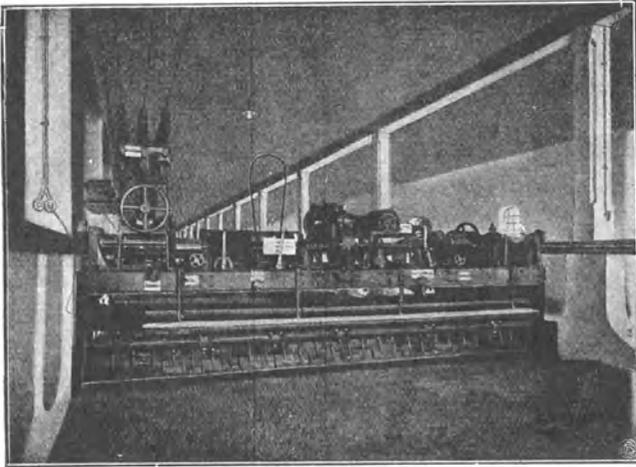
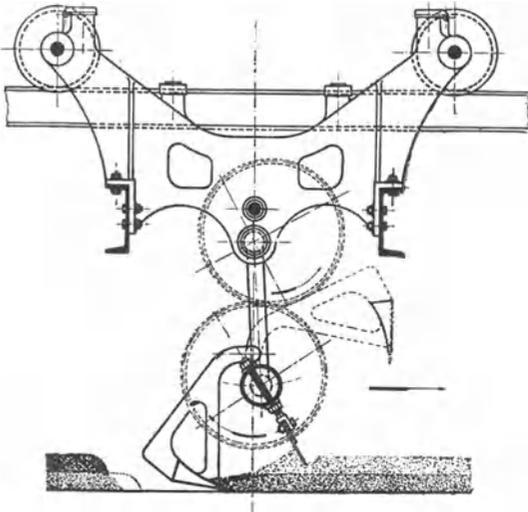


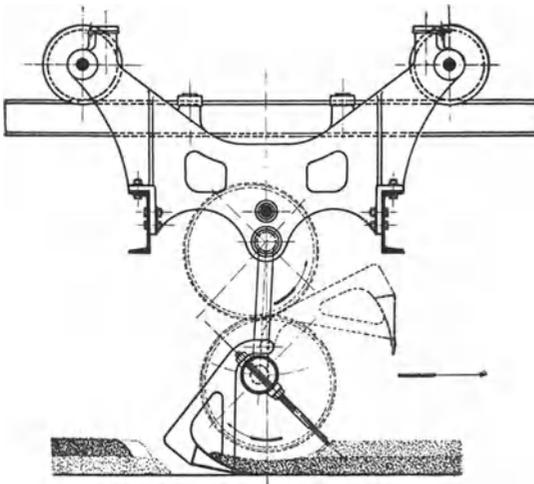
Abb. 24. Tennen-Grünmalzwender Patent Gabasch. (J. A. Topf & Söhne, Erfurt.)

„In einem kräftigen eisernen Rahmen bzw. Wagen, der seitlich durch Laufschienen geführt wird, ist eine pendelnde Welle mit einer Reihe kurzer und einer Reihe langer Schaufeln angeordnet; durch ein elliptisches Stirnräderpaar wird die Welle entsprechend der Laufrichtung des Wenders in Umdrehung versetzt, so daß abwechselnd die kurzen und die langen Schaufeln in das Keimgut eingreifen und dasselbe in zwei Schichten von der betreffenden Stelle wegnehmen. Durch den elliptischen Antrieb ist die Umfangsgeschwindigkeit des Schaufelkreises in jeder Stellung eine andere; sie erreicht ihr Maximum in dem



Eingreifen der Oberstichschaufel.  
Abb. 25. Tennen-Grünmalzwender Patent Gabasch.  
(J. A. Topf & Söhne, Erfurt.)

Augenblicke, in welchem die Schaufeln das Grünmalz aufheben, wodurch eine kräftige Schleuderwirkung erzielt wird. Um ein inniges Mischen des Keimgutes zu erzielen, wird in der ganzen Breite des Wenders ein pflugscharähnliches Blech angebracht, welches mit einem Gummistreifen versehen ist und über den Tennenboden hinwegstreift. Über dieses Blech werfen die Wenderschaufeln das Keimgut entgegengesetzt zur Marschrichtung des Wenders; etwa von den Schaufeln nicht aufgenommenes Keimgut wird gezwungen, über das Scharblech hinwegzugleiten, so daß kein Körnchen ungewendet liegenbleibt. Beim Rücklauf des Wenders wird das Scharblech aufgeklappt. Die



Eingreifen der Unterstichschaufel

Abb. 26. Tennen-Grünmalzwender Patent Gabascn.  
(J. A. Topf & Söhne, Erfurt.)

pendelnde Bewegung der Wenderwelle bewirkt, daß die kurze Schaufel vorausseilt und den Oberstich wegnimmt, während die längere Schaufel den liegengebliebenen Unterstich aufhebt und infolge der eigenartigen Pendelschwingung über den Oberstich wirft, so daß eine vollständige Umlagerung und Kühlung des Keimgutes erfolgt. Die Pendelbewegung ist derart konstruiert, daß der Unterstich genau dort einsetzt, wo der Oberstich weggenommen ist. Die Ar-

beitsweise des Wenders ist also dieselbe wie bei sehr geschickter Handarbeit. Durch schnelleren oder langsameren Gang des Wenders kann der Haufen mehr oder weniger stark gelüftet werden; auch läßt sich an dem Wender eine Vorrichtung zum Befeuchten des Keimgutes anbringen, die nach Bedarf in Wirksamkeit treten kann. Das Auseinanderziehen des Haufens geschieht durch Verteilungsschnecken, welche zweckentsprechend am Wender angebracht und in der Höhe beliebig verstellbar sind. Diese Schnecken besitzen Rechts- und Linksgewinde und arbeiten den Haufen von der Mitte aus nach beiden Seiten gleichmäßig auseinander. Durch entsprechende Einstellung der Schnecken hat es der Mälzer in der Hand, den Haufen mehr oder weniger dick zu legen. Der Antrieb des Wenders erfolgt durch einen eingebauten Elektromotor. Der Kraftbedarf ist sehr gering und beträgt bei einem Wender von 5 m Breite

ca. 3 PS. Damit der Wender an den Endstellen nicht gegen die Wand läuft und dadurch Schaden erleidet, ist dieser mit einer selbsttätigen Ausschaltvorrichtung ausgerüstet, so daß er zeitweilig ohne Aufsicht arbeiten kann. Ein Wender läßt sich zum Bearbeiten mehrerer neben- oder übereinanderliegender Tennenfelder verwenden und wird zu diesem Zwecke mit einer geeigneten Transportvorrichtung versehen. Die Zahl der Felder ist mit Rücksicht auf die zur Bearbeitung erforderliche Zeit beschränkt. Zum Abräumen des Keimgutes hat der Wender eine besondere Einrichtung in Form eines Holzrechens.“

Die allgemeinen Vorteile des mechanischen Tennen-Grünmalwenders sind: Unabhängigkeit vom Arbeitspersonal, Ersparnis an Arbeitslohn, stets gleichbleibende exakte Arbeitsweise.

Durch das Wenden wird der Zustand des Haufens geregelt, wodurch das gleichmäßige Wachsen erreicht wird. Das letzte Stadium des Jungaufens wird „Wachshaufen“ genannt. Dies ist normalerweise der Zeitpunkt, wenn mit Wasser gespritzt werden muß, da der „Schweiß“ meistens nur noch schwer erscheint. Zu diesem Zeitpunkte muß ein besonderes Augenmerk auf die Auflösung gelegt werden. Wenn am 6. Keimtag noch keine genügende Auflösung vorhanden ist, so ist der letzte Zeitpunkt gekommen, in dem dies noch erreicht werden kann. Zu diesem Zwecke läßt man die Temperatur ansteigen; die höchste Temperatur läßt sich im allgemeinen nicht angeben, man muß sich der Gerste anpassen. Steigt die Temperatur, so wachsen die Keime stärker, sie wachsen ineinander: der Haufen „greift“. Das „Greifenlassen“ soll man nur, wenn unbedingt notwendig, anwenden. Wenn man dabei unvorsichtig vorgeht, so kann die diastatische Kraft (DK) geschädigt werden. Zumeist erfolgt dies nur in derart geringem Maße, daß der DK-Verlust neben der Verbesserung der Malzqualität keine Bedeutung hat. Ein übermäßiges Greifenlassen „verfilzt“ das Malz. Im allgemeinen muß auf ein Verfilzen ständig geachtet werden, da das Filzmalz sich zu stark erwärmt und minderwertig wird; auch eine Klumpenbildung ist zu vermeiden. Die gebildeten Klumpen oder etwaiges Filzmalz müssen mit dem Schaufelstiel oder der Schüttelgabel auseinandergearbeitet werden. Nach dem Greifen läßt die Hitze und der Schweiß des Haufens nach (Althaufen). Der Haufen braucht nicht mehr gekühlt, gewendet zu werden, es genügt ein zeitweises Mischen mit dem Malzflug. Am 8. Tag ist das Keimen gewöhnlich beendet und das „Grünmalz“ ist fertig.

Dieses bereits beschriebene Malz wird „Schaufelmalz“ genannt, da es durch fortwährendes Umschaukeln erzeugt wird und die einzelnen Körner dadurch voneinander unabhängig bleiben. Demgegenüber wird das „Filzmalz“ derart gewonnen, daß die Gerste in dünner Schicht auf der Tenne ausgebreitet und nicht gewendet wird. Die Keime greifen ineinander und wachsen vollkommen zusammen. Die Haufenhöhe beträgt

4 cm. Für Malzextrakte wird Filzmalz nur selten angewendet, da die DK oft recht ungenügend ist und die Entwicklung des Malzes ohne jedwede Kontrolle verläuft. Die Filzmalzerzeugung ist bequem, jedoch äußerst primitiv und kann deshalb höheren Ansprüchen nicht entsprechen.

Die Wurzelkeime des Tennengrünmalzes sind leicht gekraust und sollen kräftig entwickelt, jedoch nicht zu lang sein. Das gutgelöste Malz muß

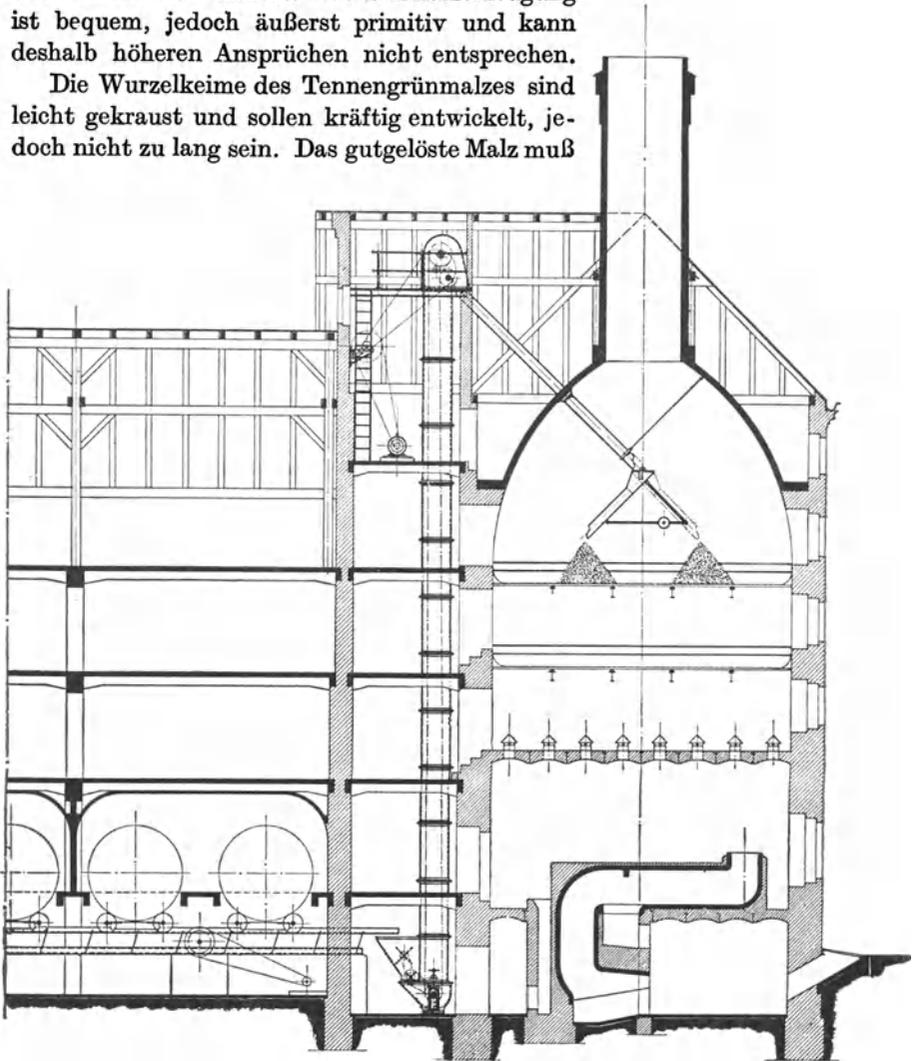


Abb. 27. Grünmalzelevator und Zvelhordendarre mit direkter Rauchgasheizung.  
(A.-G. vorm. Skodawerke in Pilsen, Prag-Smichov.)

ein gleichmäßiges Korninnere haben und bis in die Spitze leicht zerreiblich sein. Die schlechte Auflösung zeigt sich in erster Linie in der Spitze, diese ist in diesem Falle hart und zähe, läßt sich nur schwer zerreiben. Der Mehlkörper muß möglichst trocken sein und soll beim Zer-

reiben nicht schmieren. Ist die Auflösung nicht bis zu Ende geführt (kurze Keimdauer), so ist das Korninnere „grießig“. Die überweichte Gerste gibt eine „schmierige“ Auflösung.

Das fertige Malz muß von der Tenne abgeräumt werden, um es als Grünmalz zu verwenden oder in Schwelk- oder Darrmalz zu überführen. Das Grünmalz wird auf der Tenne zusammengeschaufelt und mit einer beliebigen Fördervorrichtung abgefördert. Zumeist gelangt ein Grünmalzelevator oder eine Saugförderanlage zur Anwendung. Abb. 9 stellt eine Tennen- mit Saugförderanlage der Firma J. A. Topf & Söhne, Erfurt, dar. In Abb. 27 ist ein Grünmalzelevator der A.-G. vorm. Skodawerke in Pilsen, Prag-Smichov, zu sehen.

Wird an Stelle der Gerste anderes Getreide vermälzt, so gestaltet sich die Haufenführung etwas anders. Roggen oder Weizen werden ähnlich der Gerste geführt. Das erhaltene Grünmalz ist zumeist dem Gerstengrünmalz ebenbürtig, das Weizengrünmalz hat oft sogar eine höhere DK. Der Roggen gibt aber oft eine geringe DK. Beide Getreidearten werden nur selten verarbeitet. Nach Hayduck verhalten sich die DK des Gersten-, des Roggen- und des Weizenmalzes wie folgt, wenn die DK des besten Gerstenmalzes für 100% angenommen wird:

Gerste : Roggen : Weizen = 46,6 — 100 : 50,4 — 111,1 : 55,2 — 113.

Das Weizenmalz hat also im Durchschnitt die höchste DK. Der Hafer wird ebenfalls der Gerste ähnlich geführt, er hat den Vorteil, infolge seiner sparrigen Spelzen einen lockeren Haufen zu geben. Die Auflösung wird leichter erreicht. Der Hafer ist am 6. Tage zumeist ebenso gelöst, wie die Gerste am 8. Tage. Die Wurzelbildung ist aber bedeutend geringer. Die DK des Hafers beträgt nur ca. 20—33% der Gersten-DK. Der Mais wird anfänglich bei 20—24° C keimen gelassen, später läßt man die Temperatur bis gegen 30° C ansteigen, um eine gute Auflösung zu bekommen. Nach Stiegeler soll sogar bis zu 36° gekeimt werden. Der Mais selbst und die Tenne müssen gründlich desinfiziert werden. Auf der Tenne kann der Mais nur schwierig gekeimt werden, da einerseits die Temperatur ständig hoch gehalten werden muß, andererseits muß wegen des schnelleren Trocknens häufiger gewendet und gespritzt werden, wodurch die Temperatur zu stark heruntergedrückt wird. In der pneumatischen Mälzerei läßt sich das Maismalz bedeutend leichter gewinnen. Die Blattkeimlänge des fertigen Maismalzes ist die dreifache Kornlänge. Es ist empfohlen worden, das Maismalz vor dem Darren oder vor der Verarbeitung als Grünmalz nochmals zu desinfizieren.

#### b) Die pneumatische Mälzerei.

Auf der Tenne kann man ein jeden Ansprüchen entsprechendes Malz erzeugen, vorausgesetzt, daß die Temperaturverhältnisse günstig

sind. Das Arbeiten auf der Tenne wird aber durch die äußere Lufttemperatur sehr erschwert, wie dies schon vorher besprochen wurde. Die Malzerzeugung ist also auf einen Zeitabschnitt beschränkt. Sind die Temperaturverhältnisse günstig, so wird auf der Tenne sehr viele Handarbeit erforderlich, wenn man nicht einen kostspieligen mechanischen Grünmalzwender zur Verfügung hat. Kostspielig ist diese Anlage, weil sie eine komplizierte und eine auf großen Flächen verbreitete Tätigkeit entfalten muß. Die Tennenmälzerei erfordert auch sehr viel Raum, daher ist die Errichtung einer Tennenmälzerei mit großen Baukosten verbunden.

Die pneumatische Mälzerei hat die Aufgabe gehabt, diese Nachteile verschwinden zu lassen, was auch teilweise gelungen ist. Die pneumatische Mälzerei bedeutet Unabhängigkeit von der Außentemperatur, bessere Raumausnutzung und auch eine bedeutende Ersparnis an Handarbeit.

Der Grundgedanke der pneumatischen Mälzerei ist der, daß die Gerste in höheren Haufen als auf der Tenne geführt wird (daher ist weniger Raum erforderlich) und die hierdurch entstandene höhere Wärme wird durch einen künstlich gekühlten Luftstrom unschädlich gemacht. Die Temperaturregelung erfolgt also von der Außenluft unabhängig. Ein Wenden der Gerste ist nur deshalb erforderlich, um die Ungleichmäßigkeiten des Haufens auszugleichen.

Wird mit Handarbeit gewendet, so erspart man auch schon viel, da das Wenden seltener zu erfolgen hat, wird aber mechanisch gewendet, so entfällt die Handarbeit völlig. Die Kosten der mechanischen Wendeanlagen sind für die pneumatischen Keimanlagen bedeutend geringer.

Die angeführten Vorteile sind nicht unerheblich. Trotzdem hat die pneumatische Mälzerei noch heute bedeutende Gegner, da sie oft andere Nachteile hat als die Tennenmälzerei. Das Malz liegt in dicken Schichten und erwärmt sich daher schneller, und wenn der Kühlluftstrom den Haufen nicht ganz gleichmäßig durchdringt, steigt die Temperatur an einigen Stellen unerwünscht hoch. Da die Erwärmung stärker ist, wird ein öfteres Kühlen erfordert, die Kohlensäure wird aus dem Haufen getrieben, obwohl dies nicht immer erwünscht ist. Das häufige Lüften ruft auch ein schnelleres Trocknen des Malzes hervor. Der Luftstrom wird zwar mit Wasserdampf gesättigt, doch verhindert dies das Trocknen nicht, da die Luft immer kühler ist als das Malz. Obwohl nun die Luft mit Wasser gesättigt ist, nimmt sie im Haufen trotzdem noch Wasser auf, weil die Luft im Haufen sich erwärmt und ungesättigt wird. Das Aussehen des pneumatischen Malzes ist auch schlechter. Die Wurzelkeime sind bedeutend dünner und nicht gekraust. Je vollkommener eine pneumatische Anlage ist, um so besser lassen sich diese Mängel vermeiden. Ein prinzipieller Fehler der pneumatischen Mälzerei ist der,

daß das Kühlen vom Lüften nicht gesondert durchgeführt werden kann. Gegenüber der Tenne ist dies aber kein Nachteil, da es dort auch nicht anders ist.

Ein weiterer Vorteil der pneumatischen Mälzerei ist der, daß man die Wärme der dem Haufen entströmenden Abluft verwenden kann. Dies hat die Bedeutung, daß im Winter ganz frische Haufen ohne Aufwand von Dampf erwärmt werden können. Man kann dies aber auch unter normalen Verhältnissen tun; der Erfolg ist, daß der Haufen schneller die erforderliche Keimtemperatur erreicht, wodurch an Keimdauer gewonnen werden kann. Dies ist das sog. Umluftverfahren.

Die pneumatische Mälzerei ermöglicht auch das bereits oft erwähnte Kohlensäurerastverfahren, zu welchem Zwecke die Keimanlage geschlossen ausgebildet wird.

Die Tennenmälzerei ist ein unkontrollierter und unberechenbarer Betrieb. Das einzig Kontrollierbare ist die Temperatur, aber der Erfolg des Kühlens und des Lüftens läßt sich nur in primitiver Art beobachten. Demgegenüber erlaubt die pneumatische Mälzerei einen völlig kontrollierten Betrieb, wodurch der Haufen besser in der Hand des Mälzers liegt. Es wird wohl behauptet, daß auf der Tenne den Eigenarten der Gerste besser Rechnung getragen werden kann als in der pneumatischen Mälzerei, trotzdem kann dies nicht richtig sein, da ein Vorgang nur dann nach gewünschten Bedingungen geleitet werden kann, wenn er vollkommen kontrollierbar ist.

In der Praxis gelangt die pneumatische Mälzerei in zweierlei Ausführungen zur Anwendung: 1. Kasten- und 2. Trommelmälzerei.

**α) Die pneumatische Kastenmälzerei.** Im Prinzip unterscheidet sich die Kastenmälzerei von der Tennenmälzerei dadurch, daß der Boden aus gelochten Blechen besteht, und außerdem ist die ganze Fläche durch Zwischenwände in Kästen genannte Teile getrennt. Unter dem gelochten Blechboden befindet sich noch ein anderer Boden, welcher aber festgebaut, zumeist zementiert ist. Der Zwischenraum der beiden Böden ist der oberen Kasteneinteilung entsprechend ebenfalls zerteilt. Auf dem Blechboden, welcher zum Herausheben eingerichtet ist, ruht das Keimgut. Unter den Kästen ist eine Luftleitung, welche mittels Schiebers mit den einzelnen Kästen verbunden ist. Die Luft strömt aus der gemeinsamen Leitung in den Zwischenraum und von hier hinauf durch den gelochten Boden in das Keimgut. Die Scheidewände werden primitiv aus Brettern oder am besten festgemauert aus Beton angefertigt.

Das Weichgut kommt vom Quellstock in den Keimkasten, und zwar entweder durch das untere Ventil trocken oder aber pneumatisch mit Wasser vermischt. In letzterem Falle läuft das Wasser durch den Lochboden, während die Gerste obenauf liegenbleibt. Das Wasser sammelt sich am unteren Boden und fließt durch eine eingebaute Leitung ab.

Die Höhe der Gerstenschicht beträgt normal 60 cm. Im Gegensatz zur Tennenmälzerei wird diese Höhe im Verlauf des Keimens nicht verringert. Da das Volumen des Keimgutes ständig zunimmt, vergrößert sich sogar noch die Haufenhöhe. Die erforderliche Bodenfläche beträgt  $0,5 \text{ m}^2$  für 100 kg Gerste. Demgegenüber erfordert die Tennenmälzerei  $6 \text{ m}^2$  für 100 kg Gerste. Die ältere Kastenmälzerei arbeitet nun derart weiter, daß das Keimgut täglich in einen anderen Kasten umgeschaufelt wird. Wird 8 Tage gekeimt, so sind 8 Keimkästen erforderlich. Es wird also ständig in denselben Kasten ausgeweicht und das fertige Grünmalz verläßt eben-

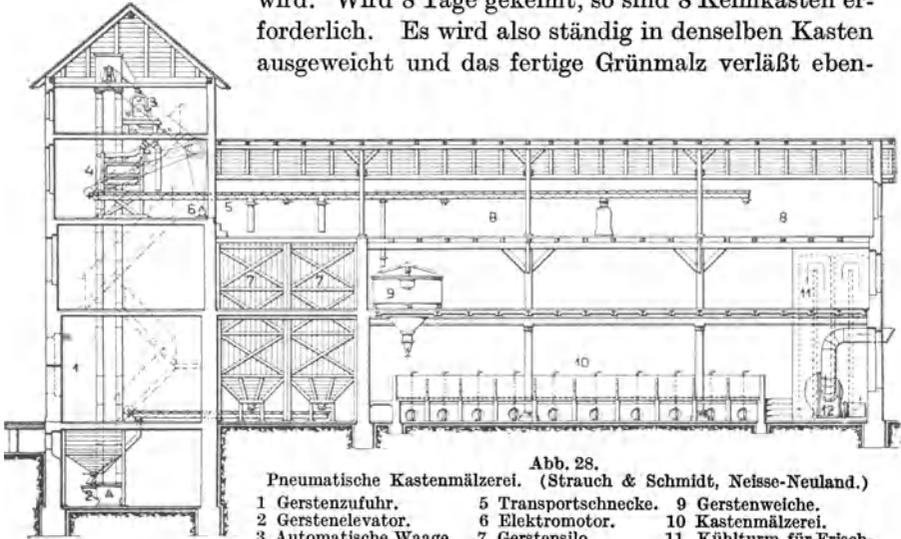


Abb. 28.

Pneumatische Kastenmälzerei. (Strauch &amp; Schmidt, Neisse-Neuland.)

- |                       |                      |                         |
|-----------------------|----------------------|-------------------------|
| 1 Gerstenzufuhr.      | 5 Transportschnecke. | 9 Gerstenweiche.        |
| 2 Gerstenelevator.    | 6 Elektromotor.      | 10 Kastenmälzerei.      |
| 3 Automatische Waage. | 7 Gerstensilo.       | 11 Kühlturm für Frisch- |
| 4 Reinigungsmaschine. | 8 Gerstenboden.      | 12 Ventilator. [luft.   |

falls immer denselben Kasten. Um dieses Umschaukeln bequem erledigen zu können, hat man leicht entfernbare Zwischenwände aus Holz angewendet und die Keimkästen nebeneinander angeordnet. Nachdem die Zwischenwand entfernt wird, schaufelt man das Malz von einem Kasten in den anderen. Man findet auch übereinander angeordnete Keimkästen, welche am Boden eine Öffnung zum Hinunterschaukeln des Malzes besitzen. Dieses Hinüberschaukeln ist nur dort erforderlich, wo das Malz mit der Hand gewendet wird, da es ziemlich schwierig ist, das Malz in einem Kasten mit Handschaukeln zu wenden. Aber da die Lüftung in dieser dicken Schicht nicht ganz gleichmäßig erfolgt, muß das Getreide unbedingt gewendet werden. Infolge der großen Schichthöhe liegt die unterste Schicht öfters viel kälter, als erwünscht, während in der Mitte sehr warme Stellen sind; die oberste Schicht ist zumeist zu trocken. Das Wenden muß also derart vorgenommen werden, daß die mittlere Schicht nach unten und an die Oberfläche, während die untere und die obere Schicht in die Mitte gelangen soll. Um die Schichthöhe im Verlauf der Keimung nicht übermäßig zu vergrößern, wählt man

oft die Bodenfläche der folgenden Kästen immer größer und größer, da die Sperrigkeit des Malzes stets zunimmt. Abb. 28 stellt eine Kastenmälzereinlage der Firma Strauch & Schmidt, Neisse-Neuland, dar. Hier sind die Keimkästen nebeneinander angeordnet.

Das beschriebene Kastensystem ist noch sehr primitiv. Eine bedeutende Verbesserung war der von Saladin eingeführte Malzwender, welcher zwar im Sinne des Wortes kein regelrechter Wender ist. Die Konstruktion dieses Wenders ist in Abb. 29 deutlich zu sehen: Er ist ein Schraubenwender. An vertikalen sich drehenden Achsen sind archimedische Schrauben angebracht, welche das Malz eigentlich nicht wenden, sondern nur heben, die Masse lockern und dadurch den Durchgang der Luft erleichtern. Die Abb. 29 ist eine Ausführung der Firma J. A. Topf & Söhne, Erfurt. Der Antrieb der einzelnen Schrauben erfolgt durch ein in Öl laufendes, vollständig gekapseltes Schneckenradgetriebe. Der ganze Wender ist fahrbar, so daß er von allein vorwärts rückt und den ganzen Kasteninhalt selbsttätig lockert. Am Ende des Kastens angelangt, wird die Bewegungsrichtung des Wenders automatisch umgeschaltet. Da dieser Wender das Keimgut gleichmäßiger macht, hat man es nicht notwendig, das Malz täglich in einen anderen Kasten umzuschaukeln. Die stets zunehmende Schichtenhöhe hat auch keinen schlechten Einfluß, da der Haufen gleichmäßig geführt werden kann. Der Wender ist ausfahrbar und kann für mehrere Kästen gebraucht werden.

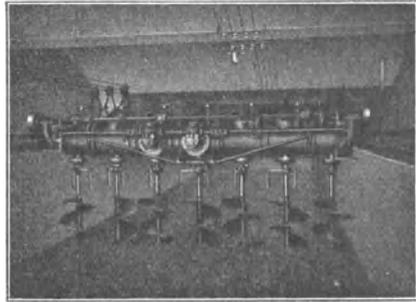


Abb. 29. Saladinscher Malzwender für die Kastenmälzerei. (J. A. Topf & Söhne, Frankfurt.)

Außer diesem Saladinschen Wender werden auch Kastengrünmalzwender gebaut, welche ein tatsächliches Wenden besorgen. Einen derartigen Grünmalzwender baut die Firma J. A. Topf & Söhne, Erfurt. Die verschiedenen Arme (oder Schaukeln) des Wenders ergreifen verschiedene Teile des Malzhaufens und wenden diesen ebenso kunstgerecht wie der geübteste Mälzer.

Ein Vorteil dieser mechanischen Wender ist, daß der Mälzer nicht in den Keimkästen treten muß, wodurch das Malz stark geschont wird. In dieser Hinsicht ist der zuletzt erwähnte Wender vollkommener, da der Saladinsche Schraubenwender verhältnismäßig viele Körner beschädigt. Der Kraftverbrauch einer Wendeanlage beträgt bis 8 PS.

Das Lüften und Kühlen erfolgt, wie bereits erwähnt, mit Hilfe eines gekühlten Luftstromes. Die Luft wird mit Wasser gekühlt, und zwar

läßt man Wasser auf einer entsprechenden Vorrichtung (Kühlturm) fein zerteilt hinunterrieseln, während die Luft von unten nach oben oder auch verkehrt strömt. Das Wasser kann auch mit Düsen zu Nebel zerstäubt werden und der Luftstrom kreuzt die so entstandenen Nebelschwaden. Die warme Luft verdunstet einen Teil des Kühlwassers, kühlt sich selbst ab und sättigt sich gleichzeitig mit Wasserdampf.

Hat die Außenluft die Temperatur  $\tau$ , das Wasser die Temperatur  $t$  und soll die Luft auf  $t$  abgekühlt werden, so gibt 1 kg Luft

$$q = (\tau - t) Cp$$

Calorien ab, wenn  $Cp = 0,24$  die spez. Wärme der Luft bei konstantem Druck ist.

Diese Wärmemenge wird zum Verdampfen des Wassers verbraucht. Die Verdampfungswärme für 1 kg Wasser ist

$$r = 607 - 0,7 t.$$

Die von  $q$  Calorien verdampfte Wassermenge beträgt also

$$\frac{q}{r} = \frac{\tau - t}{607 - 0,7 t} Cp,$$

d. h. 1 kg Luft verdampft  $\frac{q}{r}$  kg Wasser und wird dadurch mit Wasserdampf gesättigter. 1 m<sup>3</sup> Luft entspricht 1,204 kg und daher verdampft 1 m<sup>3</sup> Luft

$$1,204 \cdot \frac{q}{r} = \frac{1,204 Cp (\tau - t)}{607 - 0,7 t}$$

Wasser. Ob diese Wassermenge tatsächlich aufgenommen wird, hängt vom Feuchtigkeitsgehalt der Luft ab. Ist der Taupunkt der Luft niedriger als  $t$ , so nimmt die Luft Wasser auf. Wenn der absolute Feuchtigkeitsgehalt der Luft  $f_\tau$  ist und der Feuchtigkeitsgehalt der bei  $t$  gesättigten Luft  $F_t$  ist, so wird die von der Luft aufnehmbare Wassermenge durch den Ausdruck

$$F_t - f_\tau$$

geregelt. Ist

$$F_t - f_\tau < 1,204 \frac{q}{r},$$

so wird nur 1 Teil der Wassermenge aufgenommen und die Luft kühlt sich nicht bis auf  $t$  ab. Ist

$$F_t - f_\tau = 1,204 \frac{q}{r},$$

so wird die ganze Wassermenge aufgenommen und die Luft kühlt sich auf  $t$  ab. Ist nun endlich

$$F_t - f_\tau > 1,204 \frac{q}{r},$$

so bleibt die Luft ungesättigt, kühlt sich aber bis  $t$  ab.

Diese Überlegungen ändern sich, wenn die Luft mit überflüssigen Wassermengen hinreichend lange in Berührung bleibt. Im Falle von

$$F_t^1 - f_t < 1,204 \frac{q}{r}$$

erfolgt nun kein Verdampfen von Wasser über  $1,204 \frac{q}{r}$ , aber die Luft wird durch das kalte Wasser weiter abgekühlt, wobei ein Teil des verdampften Wassers wieder abgeschieden wird. Bei

$$F_t - f_t = 1,204 \frac{q}{r}$$

ist kein weiterer Vorgang notwendig. Endlich bei

$$F_t^r - f_t > 1,204 \frac{q}{r}$$

sinkt die Temperatur praktisch nicht weiter, aber die Luft wird vollkommen gesättigt; die hierzu erforderliche Wärmemenge wird dem Kühlwasser-Luft-Gemischselbstentzogen. Praktisch heißt diessoviel, daß je trockener die Luft in die Kühlvorrichtung eintritt, desto leichter wird sie abgekühlt. Ist die Luft feucht und warm, so ist es schwierig, die Ventilationsluft herunterzukühlen, da die Wasserverdunstung gering ist. In diesem Falle muß der große Wasserüberschuß helfen. Die Temperatur der abgekühlten Luft soll möglichst  $10^0$  C sein. Die Kaltmälzerei erfordert noch niedrigere Temperaturen, und zwar  $7,5-9^0$  C, jedoch kann diese Temperatur im Sommer kaum erreicht werden. Steht genügend kaltes Brunnenwasser ( $10^0$  C) zur Verfügung, so kann das Wasser auch im Sommer leicht auf  $10^0$  C hinuntergekühlt werden.

Das aus dem Kühlturm ablaufende Wasser wird gewöhnlich in die Quellstöcke hochgepumpt. Dieses Verfahren hat den Vorteil, daß das Wasser sehr sauerstoffreich ist, da es mit der Luft auf großer Oberfläche im Kühlturm in Berührung war. Aus dem gleichen Grunde ist dieses Wasser auch vollkommen eisenfrei. Da das abfließende Wasser sich im Kühlturm nur sehr unerheblich erwärmt, wird es oft wiederholt in die Düsen gedrückt und zerstäubt: Auf alle Fälle ist hier Vorsicht geboten, da im Sommer die Luft und so auch das abfließende Kühlwasser sehr warm ist. Vorteilhaft läßt sich dieses einmal schon gebrauchte Wasser dann anwenden, wenn der Kühlturm in mehrere Stufen geteilt ist. Zur Kontrolle der Kühlanlage ist es zweckmäßig, die Temperaturen an folgenden Stellen zu beobachten: 1. Eintrittsstelle der Luft; 2. Austrittsstelle der Luft; 3. Wassereintritt vor jeder Düsengruppe; 4. Wasserabfluß. Ist irgendwo eine unregelmäßig hohe Temperatur zu beobachten, so vergrößert man den Wassereinfluß oder man gebraucht mehr frisches Wasser. Besonders sorgfältig soll man die Funktion der Düsen selbst beobachten. Ein Verstopfen ist sofort zu beheben.

In der Praxis kann man ein vollkommenes Abkühlen der Luft auf die Temperatur des Kühlwassers nur dann erreichen, wenn die Kühlvorrichtung in Gegenstrom arbeitet: das Kühlwasser fließt oben ein, während die warme Luft von unten nach oben strömt, so daß die sich oben entfernende kalte Luft stets mit dem frischen Kühlwasser in Berührung kommt. Trotzdem findet man in der Praxis zumeist Gleichstromkühler. Der Wirkungsgrad einer Kühlanlage hängt in erster Linie von der Zeit, während welcher das Wasser mit der Luft in Berührung bleibt, ab und dann von der Oberfläche, auf welcher diese Berührung erfolgt. Wie auf S. 122 erwähnt wurde, trocknet auch die mit Wasserdampf gesättigte Luft das Keimgut aus. Um dies tunlichst zu vermeiden, trachtet man, daß die Luft auch fein zerstäubtes Wasser mitreißen soll. Dies ist auch der Fall, wenn das Wasser durch Düsen hinreichend fein zerstäubt wird.

Die Dauer der Berührung wird in der Praxis dadurch vergrößert, daß man die Luft in hohen gemauerten oder eisernen Türmen aufwärts oder abwärts strömen läßt, während das Wasser von oben hinunterrieselt. Oft werden diese Türme auch mit Koksstücken gefüllt, um die Berührung von Luft und Wasser noch inniger zu gestalten. Diese Türme haben eine den Gradierwerken ähnliche Funktion, nur ist hier die Luft warm und nicht das Wasser. In Abb. 8 und 10 sind derartige Befeuchtungsanlagen zu sehen, in Abb. 8 mit IV bezeichnet. Die Türme, eher Kamine, sind mehrere Stockwerke hoch. In Abb. 28 ist eine eiserne Befeuchtungsanlage, mit 11 bezeichnet. Die Höhe dieser Anlagen ist zumeist geringer, evtl. sind mehrere Stufen nebeneinander angeordnet. Die Kühlwirkung wird hier durch Vergrößerung der Berührungsoberfläche gesteigert, indem das Wasser durch Düsen nebelartig fein zerstäubt mit der Luft in Berührung kommt. Die Düsen sind zumeist in mehreren Gruppen übereinander angeordnet. Derartige Kühlanlagen werden gewöhnlich in der pneumatischen Trommelmälzerei zwecks Raumersparnis angewendet (s. dort).

Das Kühlwasser muß einen bestimmten Druck besitzen, um in den Düsen zerstäubt werden zu können. Dieser Druck hängt von den Düsen ab. Ist kein entsprechender Druck vorhanden, so muß er mit Hilfe einer Hochdruckpumpe erzeugt werden. Als Pumpe kommt am besten eine Hochdruck-Turbinenpumpe in Anwendung; eine Kolbenpumpe mit entsprechendem Windkessel leistet unter Umständen auch gute Dienste.

Während in der wärmeren Zeit ein Abkühlen der Luft erforderlich ist, muß bei sehr kaltem Wetter die Luft mit Dampf erwärmt werden; der Dampf liefert zugleich den erforderlichen Feuchtigkeitsgehalt. Das Erwärmen kann ebenfalls in der Kühlanlage mit eingebauten Dampf Düsen erfolgen.

Die gekühlte Luft wird stets von unten durch die gelochten Blechhorden hinaufzu geblasen. Man findet selten Keimkästen, welche die Luft von oben bekommen. Will man aber in diesem Falle ebenfalls mit gekühlter Luft arbeiten, so müssen die Kästen oben geschlossen und oben mit einer Luftleitung verbunden sein, oder aber die Luft durchstreicht den ganzen Kastenraum. Die Lufteinführung von oben hat den Nachteil, daß das Malz auf die Horde gepreßt wird, wodurch der Haufen dichter, die Lüftung ungleichmäßiger und die Erwärmung stärker wird. Die Belüftung von unten hat die entgegengesetzte Wirkung: der Haufen wird gelockert, vom Blechboden gehoben.

Der Luftstrom durchläuft den Haufen, kühlt und trocknet ihn ab und erwärmt sich selbst dabei. Die Temperatur, sowie Zusammensetzung der Abluft kann bei dem normalen Kastenverfahren nicht bestimmt werden, obwohl dies zum tadellosen kontrollierten Führen des Malzhaufens erforderlich ist. Wenn die Abluft unten abgeführt wird, oder die Kästen oben geschlossen sind, so besteht diese Möglichkeit, jedoch gelangen solche Anordnungen nur selten zur Anwendung.

Die Abluft enthält eine nicht unerhebliche Wärmemenge, welche beim normalen Kastenverfahren unausgenützt verlorengeht. Das von Kahlert stammende Umluftverfahren nutzt die warme Abluft zum Anwärmen des ausgeweichten Keimgutes auf die gewünschte Keimtemperatur. Zu diesem Zwecke wird ein jeder Kasten in der Ausführung der Firma J. A. Topf & Söhne, Erfurt, in einem für sich vollständig ausgemauerten Raume untergebracht. Für jeden Kasten wird auch eine besondere Kühl- und Luftbefeuchtungskammer aufgestellt. Die vom Kasten abziehende Abluft wird in einen anderen Kasten von unten eingeführt, wodurch das Keimgut von der niedrigen Weichwassertemperatur in ca. 8—12 Stunden auf die Keimtemperatur erwärmt wird. Die Abluft stammt immer von einem Althaufen. Dieses Verfahren verkürzt die Keimzeit und spart außerdem Dampf.

Die Luftzirkulation wird mit Hilfe eines Ventilators (Zentrifugalgebläse) erzielt. Die erforderliche Luftgeschwindigkeit bzw. der erforderliche Druck wird je nach der Haufenhöhe mittels eines Schiebers reguliert.

Die pneumatische Kastenmälzerei erlaubt auch das Anwenden des Kohlensäurerastverfahrens. Dieses Verfahren wurde zuerst von H. Kropf, Erfurt, eingeführt. Die Keimkästen sind übereinander angeordnet. 3 Tage lang wird der Haufen normal geführt (gelüftet und gekühlt), am Ende des 4. Tages wird der Haufen auf ca. 12° C hinuntergekühlt und in einen luftdicht abgeschlossenen Kasten übergeführt. Die Kohlensäure sammelt sich im Haufen an, wodurch die Atmung zurückgedrängt wird, während die Tätigkeit der Enzyme vorwärtsschreitet. Der Haufen erwärmt sich nur sehr langsam. Die Luftzufuhr kann nicht ganz abgestellt werden, da sonst das Malz erstickt. Täglich wird nach

Bedarf Luft eingeblasen, um den Haufen abzukühlen und die nötige minimale Luftmenge einzuführen. Der Haufen bleibt ca. 4 Tage unter Luftabschluß und erreicht während dieser Zeit eine vollkommene Auflösung und eine entsprechende DK sowie PK. Die Keimentwicklung ist geringer. Ein Vorteil dieses Verfahrens ist, daß der Mälzungsschwund geringer ist. Außerdem ist bemerkenswert, daß die Acidität des Malzes bedeutend niedriger wird als bei dem normalen pneumatischen Malz. Ein Nachteil ist, daß die DK nicht immer genügend ist. Das Kohlensäurerastverfahren ist für hochdiastatische Malze noch nicht genügend durchgearbeitet. Benötigt man hohe Extraktausbeuten oder benötigt man für Malzmilch oder ähnliche Produkte ein Malz mit niedriger Acidität, so ist das Kohlensäurerastverfahren bestens zu empfehlen. Eine Grundbedingung des erfolgreichen Arbeitens mit diesem Verfahren ist, daß der Haufen ständig kontrolliert wird, um ihn nicht zu ersticken und dadurch ein ganz minderwertiges Malz zu gewinnen.

Die Haufenführung im Keimkasten erfolgt im Prinzip genau wie auf der Tenne.

Die Kästen müssen stets reingehalten werden, es ist also gründliches Waschen mit Wasser und Desinfektionsmitteln erforderlich. So oft ein Kasten geräumt wird, muß er gereinigt werden.

**β) Die pneumatische Trommelmälzerei.** Ein bedeutender Fortschritt der pneumatischen Mälzerei war die Einführung der Keimtrommel. Die Keimtrommel ist ein um die Längsachse rotierender Zylinder, welcher dadurch das Malz ohne irgendwelche Beschädigung und ohne großen Arbeitsaufwand wendet. Die Keimtrommeln erfordern sehr wenig Raum, so daß ihre Anwendung große Vorteile bietet. Trotzdem konnte sich die Trommelmälzerei nur sehr schwer einbürgern. Dies ist auf die anfänglichen Mängel der Trommeln zurückzuführen. Während das Tennenmalz kräftige, gekräuselte Wurzelkeime besitzt, hatte das Trommelmalz dünne und gerade Keime, woraus in der Praxis auf eine Minderwertigkeit geschlossen wurde. Heute gelingt es aber auch in den Keimtrommeln, ein dem Tennenmalz auch äußerlich entsprechendes Malz zu erzeugen. Im Anfang fehlten noch die notwendigen Erfahrungen, um ein tadelloses Trommelmalz zu erzeugen.

Die Keimtrommel wurde von Galland eingeführt. Die Gallandsche Keimtrommel ist eine völlig geschlossene Trommel, welche an der Innenseite des Trommelmantels aus perforiertem Blech bestehende Luftleitungen hat. Die ganze Trommel ist auf Laufrollen drehbar gelagert. Die Luft dringt von den Luftleitungen in den Haufen und verläßt dann die Trommel durch ein zentrales Rohr. Das Wenden erfolgt durch Drehen der Trommeln, in 40—45 Minuten eine Umdrehung. Nach diesem Gallandschen System werden noch heute Anlagen in einer vervollkommeneten Form von der Firma Freund-Starkehoffmann A.-G.,

Berlin-Charlottenburg gebaut. Die Ausführung dieser Trommel ist in Abb. 30 und 31 zu sehen. Die Luft wird durch ein zentrales Rohr eingeführt, wird aber im rechtseitigen Trommelkopf (Eintrittsseite Abb. 31) auf gelochte Kanäle, welche im Inneren der Trommel am Mantel der Länge nach untergebracht sind (Abb. 30), verteilt. In der rechtseitigen Luftverteilungskammer auf der Eintrittseite ist ein Pendelschieber auf einem zentralen Drehzapfen aufgehängt, welcher die Luft zwingt, durch die jeweils im Malzhaufen liegenden Luftkanäle der rotie-

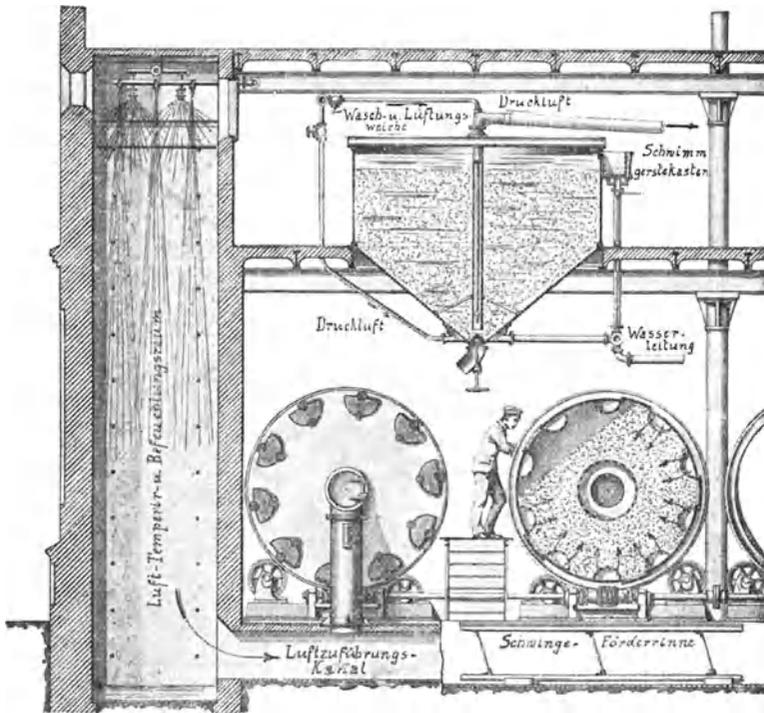


Abb. 30. Gallandsche Keimtrommel. (Freund-Starkehoffmann A.-G., Berlin-Charlottenburg.)

renden Trommel zu treten und den Haufen zu durchlüften, während die jeweils frei liegenden Kanäle von diesem Pendelschieber abgeschlossen werden. Auf Abb. 30 sind die im Haufen liegenden Luftkanäle mit Pfeilen bezeichnet; die drei außerhalb des Haufens liegenden Luftkanäle sind abgeschlossen. Die Luft durchdringt den Malzhaufen, kühlt ihn ab und zieht durch das zentral liegende gelochte Rohr am linken Trommelende ab (Abb. 31).

Die Luft wird nicht durch die Trommel geblasen, sie wird von der Austrittsseite aus durchgesaugt. Die Luftregulierung erfolgt mit in die Rohrleitung eingebauten Klappen. Die Klappe an der Eintritts-

seite soll ständig geöffnet sein; die eigentliche Regulierung erfolgt mit der Klappe der Saugleitung. Sobald die Luft durch die Trommel gesaugt wird, herrscht auf der Saugseite (Austrittsseite) ein Vakuum, dessen normale Höhe 30 mm Wassersäule ist. Da der Haufen der Saugwirkung gegenüber einen Widerstand leistet, ist auf der Eintrittsseite ein bedeutend geringeres Vakuum: 4 mm Wassersäule. Ist das Vakuum geringer, so sind die gelochten Luftkanäle verstopft, oder aber der Haufen ist irgendwo zu dicht (Klumpenbildung). Die Trommeln sind zu-

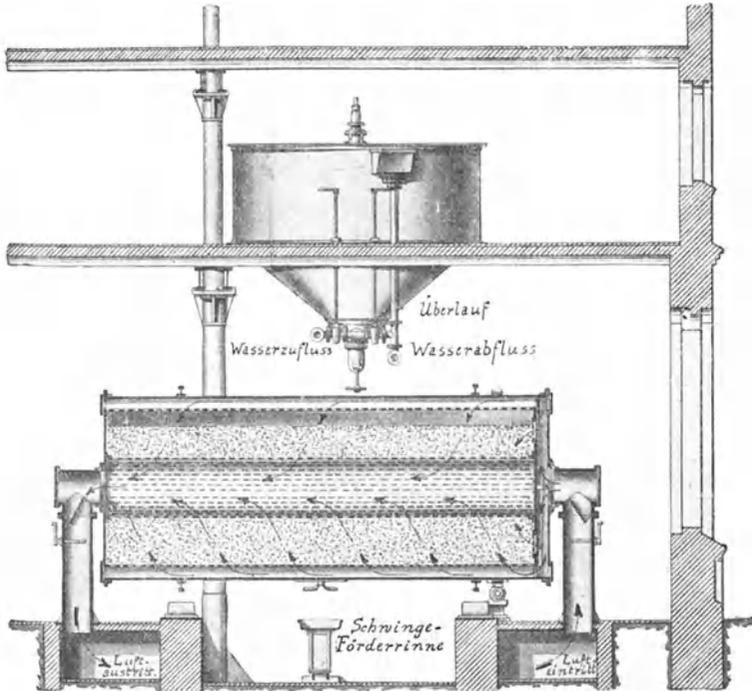


Abb. 31. Gallandsche Keimtrommel. (Freund-Starkehoffmann, A.-G., Berlin-Charlottenburg.)

meist mit gemeinsamen Austritts- bzw. Eintrittskanälen versehen, d. h. die Eintritts- sowie Austrittsleitungen münden in je einen Kanal, welcher für sämtliche Trommeln gemeinsam ist.

Die Temperatur der Kühlluft soll stets  $10^{\circ}$  C sein. Ist die Lufttemperatur höher, so muß die Luft im Kühlturm mit Wasser, tunlichst auf  $10^{\circ}$  C, hinabgekühlt werden. Der Kühlturm (Abb. 30) arbeitet in der Freundschen Anlage im Gleichstrom; das Wasser wird nach unten mit Düsen zerstäubt, die Luft strömt ebenfalls von oben nach unten. Die Kaltmälzerei erfordert noch niedrigere Temperaturen, und zwar  $7,5$ — $9^{\circ}$  C, jedoch kann diese Temperatur im Sommer niemals erreicht werden. Das Anwärmen der Luft im Winter erfolgt derart, daß man ent-

weder das Wasser erwärmt, oder aber es wird einfach Dampf in die Luft geblasen. Wird direkt mit Dampf angewärmt, so muß darauf geachtet werden, daß kein Dampf in die Trommel gelangt. Im allgemeinen wird empfohlen, mit so niedriger Lufttemperatur als nur möglich zu arbeiten, da das Abkühlen schneller erfolgt und weniger gelüftet werden muß.

Bezüglich der Haufenführung soll folgendes im allgemeinen bemerkt werden. Als Prinzip hat zu gelten, daß die Trommel nicht zuviel rotieren soll und gleichzeitig soll nicht zuviel gelüftet werden. Das Rotieren ersetzt das Wenden und gleicht die Unregelmäßigkeiten des Haufens aus. Die Temperatur des Haufens soll beim Stillstehen der Trommel ständig durch ein eingestecktes Thermometer beobachtet werden. Versuche, welche der Verfasser mit einem Fernthermometer auch in den rotierenden Trommeln durchgeführt hat, haben bewiesen, daß die Gleichmäßigkeit des Haufens infolge der Rotation nichts zu wünschen übrigläßt. Wird Luft durchgesaugt, so soll die Eintrittstemperatur sowie die Austrittstemperatur mit eingebauten Thermometern beobachtet werden. Zweckmäßig sind für diesen Zweck die Fernthermometer welche ein bequemes Beobachten sämtlicher Trommeln an einer Stelle erlauben. Will man den Haufen zur Erreichung der Auflösung „greifen lassen“, so läßt man die Trommel stillstehen. Ist das Malz zu stark abgetrocknet, so wird mit Wasser gespritzt. Am Ende der Keimung läßt man das Malz etwas abtrocknen, schwelken, jedoch darf dies besonders im Sommer nicht zu weit getrieben werden. Man soll bestrebt sein, die Wurzelkeime möglichst frisch zu erhalten und so dem Darrprozeß zuzuführen. Sind die Wurzelkeime zu verwelkt, zu trocken, so brechen sie vorzeitig ab, was ein bedeutend langsames Darren zur Folge hat, da die Wasserentziehung beim Darren vorwiegend durch die Wurzelkeime erfolgt.

Im folgenden soll versucht werden, eine etwas ausführlichere Anweisung zur Keimführung in der Trommel zu geben, obwohl allgemeine Vorschriften nicht recht möglich sind.

**1. Tag.** Wird das Weichgut naß in die Trommel gefüllt, so wird zuerst durch Lüftung getrocknet. Dies dauert beiläufig 5—6 Stunden. Die Luft wird hierzu im Kühlturm nicht angefeuchtet. Die getrocknete oder aber bereits trocken eingefüllte Gerste läßt man nun 4—6 Stunden stillstehen und dann 1 Stunde rotieren. Der Haufen beginnt sich anzuwärmen. Die Luft tritt mit 10° C ein und entfernt sich mit 11° C. Ein übermäßiges Lüften ist zu vermeiden, da die Gerste sonst nicht keimt, bzw. die Keimung stark verzögert wird.

**2. Tag.** Die Trommel rotiert nur nach je 3 Stunden Ruhe eine Stunde lang. Ventilationslufttemperatur: 10° C; Ablufttemperatur: 12—13,5° C.

**3. Tag.** Die Rotation wird allmählich verlängert, da die Erwärmung stark zunimmt. Man läßt die Trommel bis 2 Stunden rotieren und stellt sie dann für 3 Stunden still. Kühlluft:  $10^{\circ}\text{C}$ . Die Ablufttemperatur stieg bis  $15^{\circ}\text{C}$ . Die Ruheperiode hängt übrigens von der Jahreszeit ab. Im Sommer ist höchstens ein zweistündiges Stillstehen zulässig. Der Haufen erwärmt sich in diesem Stadium (Junghaufen) schon sehr stark, weshalb die Temperatur scharf zu beobachten ist. Steigt die Temperatur zu stark an, so verfilzt sich das Malz leicht und die DK wird stark geschädigt. Das Verhältnis zwischen Rotation und Stillstehen muß am 3. Tage schon genau den Umständen angepaßt werden.

**4. Tag.** Kühllufttemperatur:  $10^{\circ}\text{C}$ . Die Ablufttemperatur steigt bis  $16^{\circ}\text{C}$ . Die Trommel rotiert 1—2 Stunden und steht 2—3 Stunden still. Da die Kühlluft das Malz am 4. Tag bereits stark ausgetrocknet hat, ist das Spritzen mit Wasser unumgänglich nötig. Während des Spritzens läßt man die Trommel rotieren und öffnet zum Spritzen das immer oben befindliche Mannloch.

**5. Tag.** Kühltemperatur:  $10^{\circ}\text{C}$ ; Ablufttemperatur: bis  $17^{\circ}\text{C}$ . Ein Spritzen kann höchstens noch am Anfang dieses Tages erfolgen, da nach dem 5. Tag Husarenbildung droht. Wenn das Spritzen unbedingt erforderlich ist, so soll nur wenig Wasser gegeben werden.

**6. Tag.** Kühllufttemperatur:  $10^{\circ}\text{C}$ ; Ablufttemperatur:  $18^{\circ}\text{C}$  oder nach Bedarf noch höher, wenn noch keine gute Auflösung erreicht wurde und ein stärkerer Eiweißabbau gewünscht wird. Die Trommel rotiert 2 Stunden und bleibt dann je nach Bedarf 5—6 Stunden oder noch länger stehen: man läßt den Haufen greifen.

**7. Tag.** Kühllufttemperatur:  $10^{\circ}\text{C}$ ; Ablufttemperatur:  $18^{\circ}\text{C}$ . Die Hitze läßt stark nach. Die Trommel rotiert 2 Stunden und steht dann 10—12 Stunden, oder nach Bedarf noch länger still.

**8. Tag.** Kühlluft:  $10^{\circ}\text{C}$ . Der Haufen wird möglichst weitgehend abgekühlt und abgetrocknet (geschwelkt). Im Sommer soll man das Schwelken vermeiden. Man läßt die Trommel nicht rotieren, sondern nur halbe Umdrehungen machen.

Wie bereits erwähnt wurde, sind diese Angaben nur sehr ungefähr, da eine jede Gerste anders geführt werden muß. Früher hat man auch im allgemeinen wärmer geführt, jedoch ist dies für diastatische Zwecke nicht zu empfehlen, so z. B.:

1. Tag	Eintritt: $10^{\circ}\text{C}$	Austritt:	$12^{\circ}\text{C}$
2. "	" $10^{\circ}\text{C}$	"	$13\text{—}14^{\circ}\text{C}$
3. "	" $10^{\circ}\text{C}$	"	$15\text{—}17^{\circ}\text{C}$
4. "	" $10^{\circ}\text{C}$	"	$18\text{—}19^{\circ}\text{C}$
5. "	" $10^{\circ}\text{C}$	"	$20^{\circ}\text{C}$
6. "	" $10^{\circ}\text{C}$	"	$20^{\circ}\text{C}$
7. "	" $10^{\circ}\text{C}$	"	$20^{\circ}\text{C}$
8. "	" $10^{\circ}\text{C}$	"	—

Demgegenüber ist man heute bestrebt, den Haufen bei möglichst niedriger Temperatur zu führen:

1. Tag	Eintritt:	10° C	Austritt:	11° C
2. „	„	10° C	„	12° C
3. „	„	10° C	„	13—14° C
4. „	„	10° C	„	15—16° C
5. „	„	10° C	„	16—17° C
6. „	„	10° C	„	15—16° C
7. „	„	10° C	„	15—14° C
8. „	„	10° C	„	—

Kann man die gewünschte Auflösung nur schwer erreichen, so hat man am 6. Tag noch immer Zeit, die Temperatur über 17° C steigen zu lassen. Ist die Auflösung erreicht, so muß der Haufen wieder energisch abgekühlt werden.

Die Freundsche Trommel ist auch zur Anwendung des Umluft- und des Kohlensäurerastverfahrens geeignet. Die aus einer Althaufentrommel kommende Abluft kann in eine frisch gefüllte Trommel geleitet werden, um den Junghaufen anzuwärmen (siehe Kastenmälzerei). Durch Einschränkung der Lüftung kann der Haufen in einem Kohlensäurebad weitergeführt werden, gerade wie im Keimkasten.

Nachdem die Keimung beendet ist, wird die Trommel entleert. Zu diesem Zwecke wird die Trommel so weit gedreht, bis ein Mannloch nach unten gerichtet ist. An das Mannloch wird ein Schlauch angehängt, durch welchen das Grünmalz in Kippwagen abgelassen wird. Ist ein Kippwagen voll, so schnürt man den Schlauch

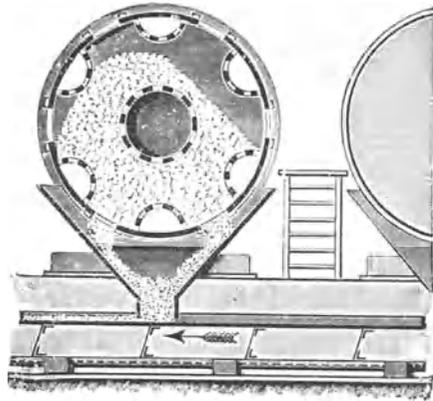


Abb. 32 a.

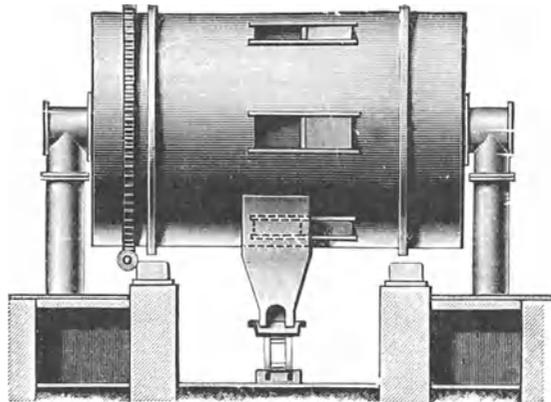


Abb. 32 b.

Abb. 32 a und b. Entleerungsvorrichtung für Keimtrommeln  
(Freund-Starkehoffmann A.-G., Berlin-Charlottenburg.)

zusammen und tauscht den Kippwagen aus. Sind Förderanlagen vorhanden, so kann das Entleeren bequemer vorgenommen werden. Man läßt das Grünmalz durch einen Blechrumpf in eine Schüttelförderrinne oder auf ein Förderband. Das Weiterbefördern kann auch mittels eines Elevators, oder am besten mittels einer Saugförderanlage erfolgen. Ein Nachteil dieser Entleerung ist, daß das Grünmalz die Trommel von allein nicht verläßt, es müssen ein bis zwei Arbeiter das Grünmalz mit Krücken zum Mannloch schieben, dabei wird das Malz leicht verletzt. Diese Nachteile werden durch die Freundsche Entleerungsvorrichtung vermieden (siehe Abb. 32a—b). Die am Mantel befindlichen Mannlöcher werden alle geöffnet, und man läßt die Trommel dabei weiterrotieren. Durch die Rotation fällt das Grünmalz durch die Mannlöcher in einen Blechrumpf, welcher das Malz der Transportvorrichtung, und zwar in der Abbildung einer Schüttelrinne zuführt. Durch diese Vorrichtung kann die Entleerung fast ohne Handarbeit erfolgen. Nach der Entleerung ist die Trommel gründlich zu reinigen, sie wird mit Wasser gewaschen, die gelochten Luftkanäle und das Zentralrohr werden auch noch mit Bürsten gereinigt, und zwar innen und außen. Die Anwendung von Desinfektionsmitteln kann nur empfohlen werden.

Das beschriebene Trommelsystem hat den großen Vorteil, daß der ganze Keimvorgang bestens kontrolliert werden kann. Der Mälzer kann also die Haufenführung beherrschen und ganz nach Wunsch weiterleiten. Es ist dies ein Vorteil, welcher bei keinem anderen System vorhanden ist und wurde einzig dadurch erreicht, daß die Keimung in einem völlig geschlossenen Apparat erfolgt. Neben diesem großen Vorteil sind auch nicht unbedeutende Nachteile vorhanden, welche die Konstruktion anderer Trommelsysteme veranlaßt haben.

Der größte Nachteil ist, daß das in den geschlossenen Trommeln erzeugte Malz äußerlich dem Tennenmalz nicht gleichwertig ist, wie dies bereits erwähnt wurde. Während das Tennenmalz kräftige, gekräuselte Wurzelkeime besitzt, sind diese beim Trommelmalz schwach und gradlinig, und obwohl die Analyse keine wesentlichen Unterschiede zeigte, ist man doch lange der Ansicht gewesen, daß das Trommelmalz minderwertig sei. Dieses abweichende Aussehen wird dadurch hervorgerufen, daß die geschlossene Trommel keine natürliche Ventilation und gleichzeitige Abkühlung des Haufens erlaubt. Es muß fast ununterbrochen Luft durch den Haufen gesaugt und die Trommel gedreht werden. Auch kann man den Haufen nicht genügend greifen lassen, da die Trommel nicht genügend lange Zeit ruht.

Diesen Mangel suchte die von J. A. Topf & Söhne, Erfurt, eingeführte Trommel mit gelochtem Mantel zu umgehen; es gelingt auch mit Hilfe dieser Trommel ein mit dem Tennenmalz identisches Trommelmalz zu erzeugen.

Die Topfsche Trommel hat einen mit konischer Schlitzlochung versehenen Mantel, wodurch eine natürliche Ventilation und Kühlung des Haufens erfolgen kann, doch genügt dies allein nicht, es muß außerdem noch eine künstliche pneumatische Lüftung und Kühlung vorgenommen werden. Die vorhandene natürliche Ventilation vermindert aber die erforderliche pneumatische Lüftung und Kühlung stark. In den geschlossenen Trommeln wird die Kohlensäure aus dem Haufen fast ganz vertrieben, wodurch das Atmen beschleunigt wird, der Schwund vergrößert sich, wogegen doch bekannt ist, daß das Vorhandensein der Kohlensäure einen günstigen Einfluß auf die Malzqualität ausübt. Außerdem trocknet der Haufen in den geschlossenen Trommeln stark aus, es muß oft gespritzt werden und die Ventilationsluft muß viel mechanisch mitgerissenes Wasser mitführen. Das Spritzen hat den Nachteil, daß das Wasser sowohl im Haufen, als auch im Korninneren nicht gleichmäßig verteilt wird, wodurch das Malz und auch die Auflösung des Kornes ungleichmäßig wird.

Infolge des Lochmantels wird nur in beschränktem Maße künstlich gelüftet. Während z. B. bei geschlossenem Mantel in 8 Tagen etwa 56 Stunden gedreht und gelüftet wird, wird bei gelochtem Mantel nur zirka 38 Stunden gedreht und ca. 26 Stunden künstlich gelüftet. Dies bedeutet nicht nur eine bessere Haufenführung, es wird auch bedeutend an Kraft gespart.

Wenn man betrachtet, daß eine Trommelanlage für ca. 40000 kg folgende Kraft verbraucht:

für Drehung der Trommel . .	3,2 PS
für die Wasserpumpe . . . .	3,3 „
für den Ventilator . . . . .	12,0 „
insgesamt also	18,5 PS

so erfordert die Gallandsche Trommelanlage also etwa 516 PS-Stunden mehr Kraft als die Topfsche Trommel. Da nur wenig künstlich gelüftet wird, kann mit dem natürlichen Schweiß des Malzes gearbeitet werden. In der Ruhepause liegt das Malz in einer Kohlensäureatmosphäre, die Atmung und die Temperatursteigerung werden zurückgedrängt. Der Haufen kann ohne großen Kraftaufwand kühl, langsam und gleichmäßig geführt werden. Der Mälzungsschwund ist geringer. Da die Trommel wenig rotiert, kann man den Haufen ebenso vorteilhaft „greifen lassen“ als auf der Tenne.

Jede Topfsche Trommel hat einen gesonderten Kühlturm. Die Gallandschen und anderen Trommeln haben einen gemeinsamen Kühlturm und auch die Absaugung erfolgt durch eine gemeinsame Leitung. Man kann also jede Topfsche Trommel ganz individuell behandeln und Luft mit erforderlichen Eigenschaften zuführen. Wird nicht gelüftet, so schaltet man die Düsen einfach aus, wodurch Wasser

und Kraft gespart wird. Die Anordnung der Kühlanlage ist aus Abb. 33 zu ersehen. Die Luft kommt von oben, zieht über 3—4 Düsen-  
gruppen, trennt sich unten vom ablaufenden Wasser, strömt wieder nach oben durch einen zweiten Mantel

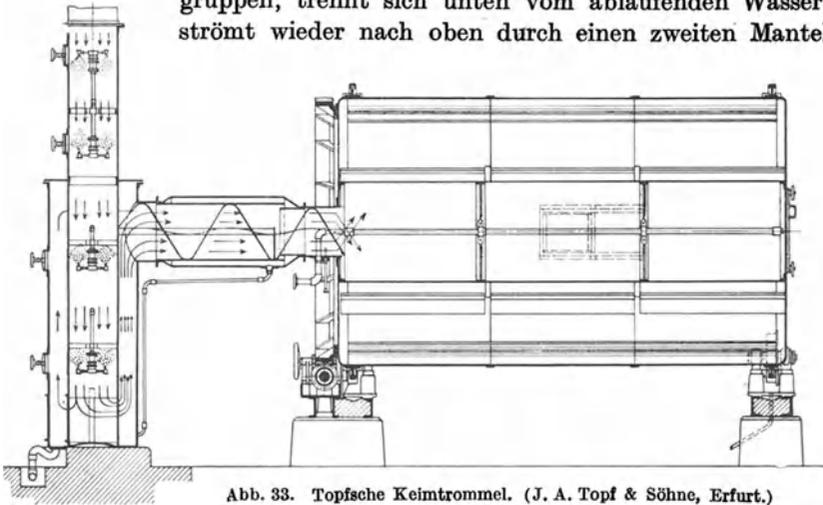


Abb. 33. Topfsche Keimtrommel. (J. A. Topf & Söhne, Erfurt.)

und kommt durch ein zentrales Rohr in die Trommel. Abb. 34 zeigt eine komplette Trommelanlage; an der linken Seite ist der Kühlturm. In der Abb. 35 sieht man den Kühlturm genauer. Die am Kühlturm sicht-

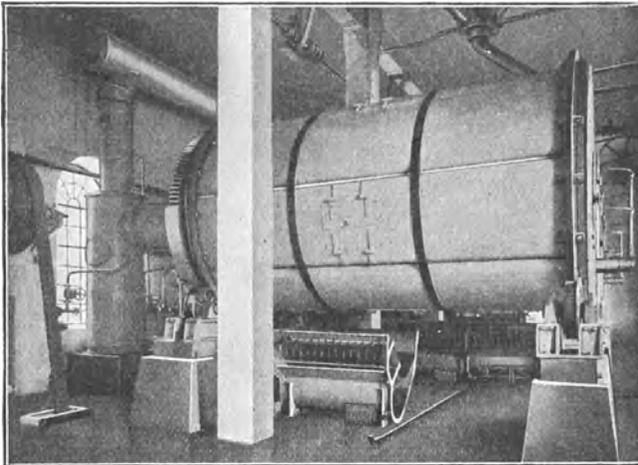


Abb. 34. Topfsche Keimtrommelanlage. (J. A. Topf & Söhne, Erfurt.)

baren 3 linksseitigen Ventile gehören zu den Düsen. Das 4. Ventil erlaubt Wasser in das Trommelinnere zu leiten. Auf beiden letzten Ab-  
bildungen ist auch die Art des Trommelantriebes vorteilhaft zu sehen.

Die Luft wird mit Hilfe eines Gebläses durch den Kühlturm und durch die Trommel gedrückt. Ein Überdruck von zirka 30 mm Wassersäule genügt zumeist. Die Luft gelangt aus dem Kühlturm in ein Verbindungsrohr, welches spiralförmige Blecheinsätze enthält und der Luft eine rotierende Bewegung erteilt (Abb. 33). Die derart rotierende Luft gelangt in das zentrale Belüftungsrohr, welches einen ebenfalls gelochten Mantel besitzt. Die rotierende Luft dringt leichter durch den Mantel, als die geradlinig strömende. Die Luft durchdringt den Haufen und verläßt die Trommel durch die Lochung. Die Gallandsche Trommelmälzerei sammelt die Abluft in einem gemeinsamen Kanal, in welchem verschiedene, aus dem Haufen stammende organische Substanzen,

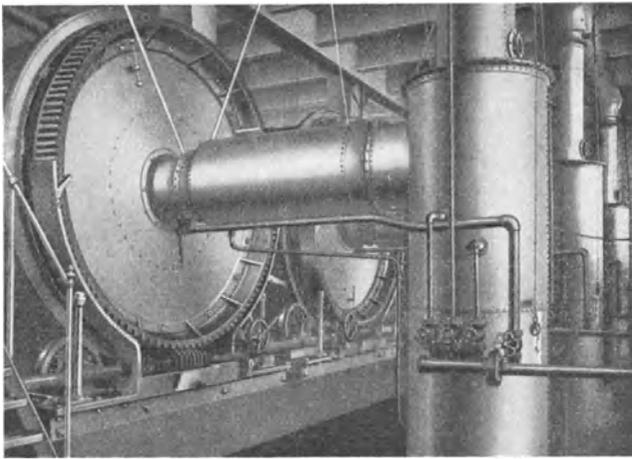


Abb. 35. Topfsche Keimtrommelanlage. (J. A. Topf & Söhne, Erfurt.)

Feuchtigkeit und sehr leicht auch verschiedene Mikroorganismen sich anhäufen. Die Kanäle bilden immer eine gefährliche Quelle der Malzinfektion. In der Topfschen Mälzerei strömt die Abluft in den Trommelraum, welcher seinerseits ständig ventiliert wird.

Der Mantel der Topfschen Trommel hat keinen kreisförmigen Querschnitt. Aus Abb. 36 und 37 ersieht man die eigenartige Ausbildung des Mantels, welche Ausbildung den Zweck hat, das Malz beim Rotieren mitzunehmen und gründlich zu wenden. Wären diese taschenförmigen Mitnehmer nicht vorhanden, so würde die Trommel rotieren, aber das Malz würde dabei nicht gewendet werden, da das Malz sich wohl mit der rotierenden Trommel ein wenig heben würde, doch rutscht der Haufen dann einfach zurück. Die Erfahrung hat gezeigt, daß diese Form der Mitnehmer die zweckmäßigste ist; es sind keine toten Ecken vorhanden, die Mantelfläche wird vergrößert, die Klumpenbildung wird verhindert

und außerdem wird die Stabilität der Trommel vergrößert. Das gründliche Wenden wird noch durch an dem Zentralrohr befestigte Klappen gefördert. Diese Klappen legen sich oben, wenn das Rohr mit Malz nicht bedeckt ist, an die Rohrfläche, bedecken die Lochung und drängen die Luft nach weiter unten durch den Haufen.

Das Entleeren der Trommel erfolgt durch Öffnen eines Mannloches. Das Malz läuft fast ganz allein aus der Trommel, so daß besondere Vorrichtungen nicht erforderlich sind (Abb. 37).

Die Haufenführung erfolgt im Prinzip, wie bei der Freundschenschen Trommel beschrieben wurde.

Die bisher beschriebenen Trommelsysteme sind nur für große Leistungen geeignet. Die kleinsten Trommeln erfordern auch eine Gersten-

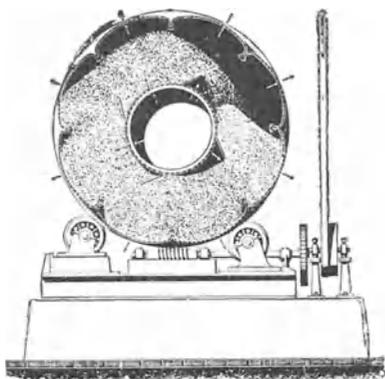


Abb. 36. Querschnitt einer Topfschen Keimtrommel. (J. A. Topf & Söhne, Erfurt.)



Abb. 37. Entleerung einer Topfschen Keimtrommel. (J. A. Topf & Söhne, Erfurt.)

schüttung von 5000 kg. Kleinere Trommelanlagen sind verhältnismäßig zu teuer. Wird das Malz als Grünmalz weiter verwendet, so kann man auf einmal nur so viel Malz erzeugen, als man eben verbraucht, da ein Lagern des Grünmalzes nicht recht möglich und auch nicht erwünscht ist. Arbeitet man mit Darrmalz, so ist man gezwungen, auf einmal mehr Grünmalz bzw. Darrmalz zu erzeugen, als verbraucht wird. Die Anlage muß trotz des kleineren Malzbedarfes bedeutend größer dimensioniert werden, wodurch die Anlagekosten sehr vergrößert werden. Nicht ganz gefüllte Trommeln arbeiten auch nicht gut, da die Belüftung schlecht ist. Reste können daher niemals aufgearbeitet werden. Die kleineren Betriebe konnten also die Trommelmälzerei trotz ihrer Vorteile nicht anwenden. In dieser Hinsicht hat die Topfsche Mehrhaufentrommelkonstruktion einen gründlichen Wandel geschaffen. Diese Konstruktion erlaubt auch kleinere Gerstenmengen zu vermälzen. Das Prinzip der Mehrhaufentrommel ist, daß eine große Trommel durch Zwischen-

wände in mehreren Kammer geteilt ist. Diese Anordnung ist sowohl für kleinere, als auch für große Leistungen geeignet. Die Einhaufentrommeln werden höchsten für 15000 kg gebaut. Will man eine größere Leistung, so muß man noch andere Trommeln anreihen. Die Anlage-

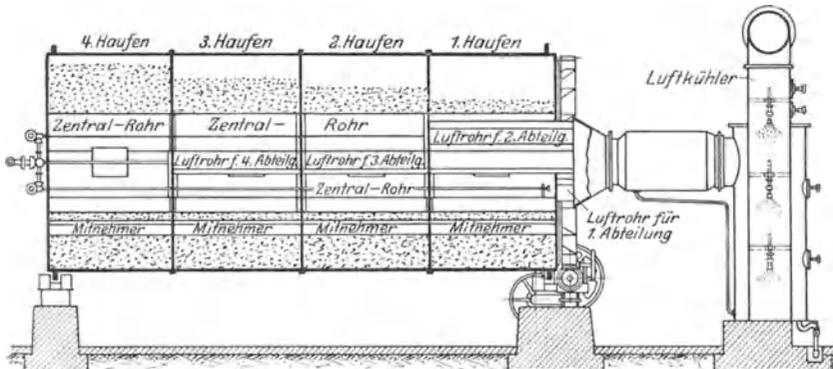


Abb. 38. Längsschnitt einer Topfschen Mehrhaufenkeimtrommel mit Kühlturm.  
(J. A. Topf & Söhne, Erfurt.)

kosten vermindern sich nun ganz bedeutend, wenn man an Stelle von zwei Einhaufentrommeln zu je 15000 kg eine Zweihaufentrommel zu zweimal 15000 kg Schüttung anwendet. Bei kleineren Anlagen kann man evtl. die ganze Mälzerei in einer Mehrhaufentrommel unterbringen. Die Lei-

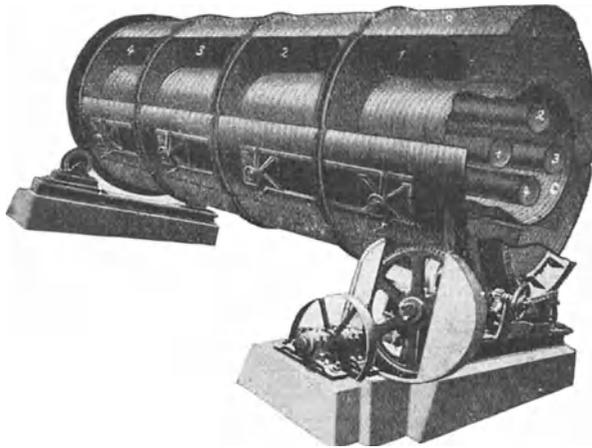


Abb. 39. Mehrhaufenkeimtrommel. (J. A. Topf & Söhne, Erfurt.)

stung der Topfschen Mehrhaufentrommel geht bis 200 kg pro Haufen hinunter. Arbeitet man mit einer Keimzeit von 8 Tagen, so wählt man eine vierteilige Trommel und fertigt in jeder Abteilung Grünmalz für 2 Tage an. Genügt eine jede Abteilung nur für 1 Tag, so muß man zwei

Trommeln zu vier Haufen anwenden, oder aber man wählt Trommeln mit doppeltgroßen Haufen. Die Einteilung der Mehrhaufentrommeln muß den jeweiligen Verhältnissen genau angepaßt werden.

Die Konstruktion der Topfschen Mehrhaufentrommel ist im Prinzip dieselbe, wie die der Trommel mit gelochtem Mantel; sämtliche Haufen werden auf einmal gewendet, aber die Lüftung kann getrennt erfolgen. Abb. 38 zeigt den Längsschnitt einer Mehrhaufenkeimtrommel. Ein jeder Haufen besitzt gesonderte Mannlöcher. Das zentrale Belüftungsrohr ist zusammengesetzt. Durch das Innere des gelochten Zentralrohres laufen so viele Luftrohre, als Haufen in der Trommel vorhanden sind. Diese Luftrohre sind nicht perforiert. Das zentrale Rohr ist den Haufen entsprechend ebenfalls in Kammern geteilt. Ein jedes Luftrohr endet nun in dem Zentralrohr eines Haufens. Die Luftrohre lassen sich mittels Klappen am Kopfe der Trommel öffnen oder abschließen, so daß die Luft nach Wunsch in den einen oder in den anderen oder aber in mehrere Haufen auf einmal strömt. Abb. 39 zeigt diese Anordnung in einer sehr anschaulichen Art. Ein oft vorgebrachter Nachteil dieser Mehrhaufentrommel ist, daß wenn ein Haufen gewendet bzw. gelüftet werden muß, so müssen auch die anderen, wenn auch ohne Luft ebenfalls gewendet werden. Der Verfasser hat in der Praxis diesen Nachteil nie empfunden, da das Wenden ohne Lüften eher vorteilhaft als nachteilig gewirkt hat. Die Mehrhaufentrommel eignet sich für die Malzextraktfabrikation vorzüglich, da hierzu zumeist geringere Malzmengen erforderlich sind.

Wenn die Keimtrommeln mit gelochtem Mantel auch so manche wichtige Vorteile haben, so ist es doch lebhaft zu bedauern, daß der Keimvorgang nicht so genau kontrolliert und deshalb nicht so gut beherrscht werden kann, wie in den Trommeln mit geschlossenem Mantel. Die Topfsche Trommel mit gelochtem Mantel ermöglicht nicht das Umluftverfahren und auch das Kohlensäurerastverfahren ist nicht recht möglich. Allenfalls kann in dieser Trommel auch in einer kohlenstoffreichen Atmosphäre gearbeitet werden, jedoch entspricht diese nicht dem Kohlensäurerastverfahren.

Eine bedeutende Neuerung auf dem Gebiete der Keimsysteme ist die Topfsche Kastenkeimtrommel, welche berufen ist, die Vorteile der Kastenmälzerei und der Trommelmälzerei zu vereinigen (Abb. 40). Diese ist eigentlich ein Keimkasten, welcher in eine Trommel eingebaut ist. Die zylindrische Trommel hat einen ungelochten Mantel, welcher drehbar auf Laufrollen gelagert ist. Das Keimgut liegt in einer dicken, wagerechten Schicht auf einer ebenfalls wagerechten gelochten Horde, welche in die Trommel aufklappbar eingebaut ist. Die Lüftung erfolgt durch ein Hochdruckturbogebläse, da der normale Überdruck für die bedeutend größere Schichtenhöhe in der Kastentrommel nicht aus-

reicht. Die Lüftung wird noch durch einen Saugventilator von oben aus unterstützt. Die Kastentrommel steht normal still; muß gewendet werden, so schließt man die obere Öffnung ab und läßt die Trommel sich ein- bis zweimal umdrehen. Das Wenden ist einwandfrei und sehr schonend, nicht wie im Kasten. Der Kraftverbrauch ist statt 8 PS für den Kastenwender nur 1 PS. Die Kastentrommel ermöglicht das Kohlensäurerastverfahren und auch das Umluftverfahren. Da kein

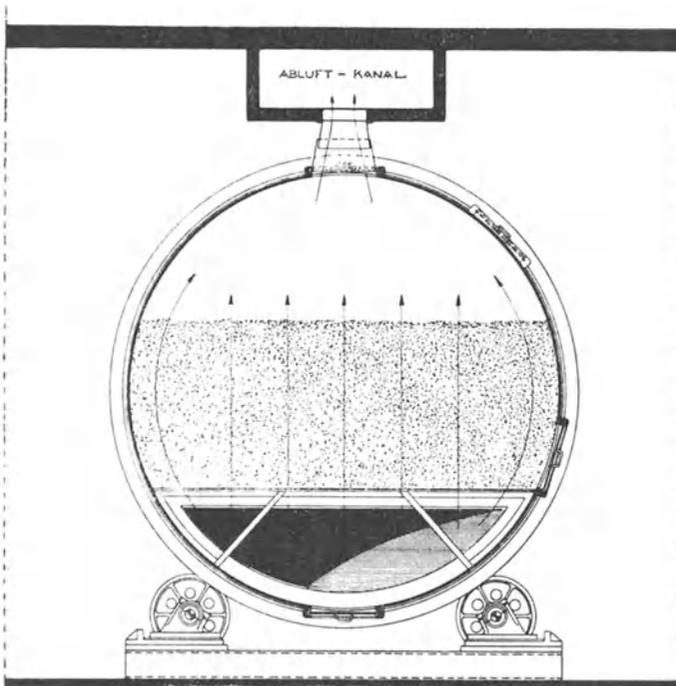


Abb. 40. Kastenkeimtrommel. (J. A. Topf & Söhne, Erfurt.)

zentrales Belüftungsrohr vorhanden ist, ist man an keine feste Schütthöhe gebunden, so daß in der Kastentrommel auch Gerstenreste tadellos gemälzt werden können. Im Prinzip ist dieses neue System ganz vorzüglich, die vorläufig noch spärlichen praktischen Erfahrungen scheinen dies auch zu bestätigen. Der Verfasser hat mit der Kastentrommel selbst keine Erfahrungen.

## F. Das Schwelken und das Darren des Grünmalzes.

Wird das fertige Grünmalz als solches weiter verarbeitet, so gelangt es gewöhnlich nicht sofort zur Anwendung. Ebenso kommt es oft vor, daß das Grünmalz nicht auf die Darre gezogen werden kann, weil diese

noch besetzt ist. In solchen Fällen wird das Grünmalz geschwelkt. Das Wort „Schwelken“ ist gleichbedeutend mit „Welken“, woraus folgt, daß das Schwelken eigentlich eine Abtrocknung ist. Wird das Grünmalz nicht gedarrt, so schadet das Schwelken niemals. Das Grünmalz wird entweder auf einen direkten Schwelkboden (Abb. 9) gezogen und dort in dünner Schicht ausgebreitet, oder aber das Schwelken erfolgt bereits in der pneumatischen Mälzerei (S. 133). Das Malz wird umgeschaufelt oder es wird trockene Luft durch den Haufen geblasen. Inzwischen arbeiten die Enzyme weiter und die Auflösung nimmt zu. Die Keimentwicklung nimmt ab und die Keime selbst verwelken. Wird das Grünmalz gedarrt, so muß das Schwelken vorsichtig gehandhabt werden. Die Malzkörner verlieren ihren Wassergehalt durch die Keime, da diese die Verbindung zwischen dem Korninneren und der Außenluft bilden. Verwelken die Keime, so brechen sie vorzeitig vom Korn ab, wodurch das Trocknen des Kornes sehr erschwert wird. Will man also auf der Darre keine Zeitverluste haben, so muß das Malz mit möglichst frischen Keimen aufgezogen werden. Besonders im Sommer ist das Schwelken gefährlich, da das Malz bereits von allein schnell abtrocknet und verwelkt, weshalb man gewöhnlich vom Schwelken vollkommen absieht.

Das fertige Grünmalz ist kein stabiles Gebilde, die beim Mälzen begonnenen Lebensvorgänge laufen weiter. Da aber das Grünmalz alle jene Eigenschaften besitzt, welche erwünscht sind, und das Grünmalz sich von allein weiterverändert, also nicht haltbar ist, wird es durch Trocknen (Darren) haltbar gemacht. Entzieht man dem Grünmalz das Wasser, so hört die Lebenstätigkeit der Körner wieder auf. Wenn aber das Darren einerseits den Zweck hat, die Eigenschaften des Grünmalzes festzuhalten und das Grünmalz selbst haltbar zu machen, so wird das Darren andererseits auch dazu benutzt, um dem Malz noch weitere wertvolle Eigenschaften zu geben.

Das Darren erfolgt mit erhitzter Luft, obwohl früher auch Rauchgase benutzt wurden. Die zum Darren dienenden Vorrichtungen (Trockenapparate) sind also Lufttrockner. Die Wärme wird dem Malz mit Luft zugeführt, das im Malz befindliche Wasser verdampft und wird von der trockenen Luft aufgenommen und fortgeführt. Kontakttrockner oder Vakuumtrockner sind für Darrzwecke nicht im Gebrauch. Das Grünmalz enthält ca. 40—45% Wasser, welches bis auf 0,5—5% beim Darren entfernt werden muß. Der Wassergehalt des fertigen Darrmalzes hängt vom Malz selbst und von der Darrtemperatur ab. Das Darren kann bei verschiedenen Temperaturen erfolgen und die Eigenschaften des fertigen Darrmalzes ändern sich auch der angewandten Temperatur entsprechend.

Die Vorgänge, welche sich bei den verschiedenen Darrtemperaturen abspielen, lassen sich wie folgt zusammenfassen. Das auf die Darre ge-

langende Malz hat einen Wassergehalt von ca. 40—45%. Wird bei niedriger Temperatur bis ca. 35° C gedarrt, so verdampft allmählich das Wasser, wobei aber die Lebensvorgänge noch weiter fortschreiten: die Keime entwickeln sich noch etwas, die Auflösung verbessert sich, auch die Enzyme entwickeln sich noch, Eiweiß, Kohlenhydrate, Cellulose usw. werden gespaltet. Die DK und die PK werden fast überhaupt nicht geschädigt. Das Darren kann auch bei dieser niedrigen Temperatur beendet werden, und das erhaltene Darrmalz besitzt die Eigenschaften des Grünmalzes. Beginnt man das Darren sofort bei höher liegenden Temperaturen, so ändert sich das Bild völlig. Temperaturen bis 50° C sind nicht übermäßig schädlich, einzig das Leben des Malzes hört auf, doch bei höheren Temperaturen werden sowohl die DK, als auch die PK erheblich geschädigt. Nach Kjeldahl betragen die DK-Verluste bei

50° C	12,8 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
60° C	21,7 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
und 70° C	47,1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>

unter Zugrundelegung einer normalen Darrzeit. Hat das Malz noch einen hohen Wassergehalt, so wird die DK noch weitgehender zerstört, so z. B. wenn der Wassergehalt auch nur noch 20—30% ist, so wird bei 60° C trotzdem die ganze DK vernichtet, geschweige die PK, welche noch empfindlicher ist. Hieraus folgt, daß das Darren immer bei ganz niedriger Temperatur begonnen werden muß. Erst wenn die Hauptmenge des Wassers entfernt ist, kann die Temperatur erhöht werden. Bei Temperaturen über 35° C treten die enzymatischen Vorgänge besonders kräftig auf, doch treten allmählich auch rein chemische Vorgänge in den Vordergrund, besonders gegen 60° C. Während bei niedrigen Temperaturen ein Abbau zu beobachten ist, wird bei hohen Temperaturen eine Kondensation beobachtet: die Menge der löslichen Eiweißsubstanzen (Formoltiter) und Kohlenhydrate geht zurück. Ist der Wassergehalt noch hoch und steigt die Temperatur auf etwa 60° C oder darüber, so verkleistert der Korninhalt, die aus Hemicellulose bestehenden Häute der Endospermzellen werden in eine gummöse, kleisterartige Masse übergeführt, die mit den löslichen Bestandteilen zusammen den ganzen Malzkorn durchdringt, um dann beim weiteren Trocknen das Korn in eine glasharte Masse zu verwandeln. Es bildet sich Glasmalz, was stets darauf hinweist, daß die Temperatur zu früh gesteigert wurde. Das Glasmalz ist natürlich wertlos. Steigt die Temperatur über 60° C, so beginnt die kräftige Aroma- und Farbbildung. Das bei niedrigen Temperaturen gedarrte Malz hat einen ausgesprochen grünen Geruch und Geschmack und eine helle Farbe. Je höher die Darrtemperatur ist, um so mehr schwindet der grüne Geruch und Geschmack. Die Änderung des Aromas wird durch Eiweißabbauprodukte (Aminosäuren), Fett und lösliche Kohlenhydrate verursacht und ähnelt jenen Änderun-

gen, welche bei der normalen Speisezubereitung verlaufen (Röstaroma). Worin diese Änderungen eigentlich bestehen, wissen wir nicht: Die Farbe wird bei höheren Temperaturen dunkler, diese Änderung wird ebenfalls von Aminosäuren und Kohlenhydraten hervorgerufen. Ein Gemisch beider bräunt sich schon beim Erhitzen auf 50° C unter CO<sub>2</sub>-Entwicklung. Eine nicht unbedeutende Rolle haben hier die Oxydasen, welche aus den Aminosäuren in Gegenwart von Sauerstoff Melanine bilden (S. 41). Bei höheren Temperaturen bzw. bei verminderten Wassergehalt hört diese Wirkung allmählich auf und die Bräunung erfolgt auf rein chemischem Wege durch Zersetzung und Wechselwirkung der beiden obenerwähnten Substanzen. Je höher die Temperatur beim Darren steigt, um so aromatischer und dunkler wird das Malz.

Die Darrtemperaturen werden je nach den gewünschten Malzeigenschaften gewählt. Benötigt man ein hochdiastatisches Malz, so wird bei niedriger Temperatur bis höchstens 45° C gedarrt. Man kann wohl auch noch bei niedrigeren Temperaturen darren, doch nimmt dies zu viel Zeit in Anspruch und außerdem bleibt der Wassergehalt zu hoch. Für Nährzwecke ist dieses niedriggedarrte Malz nicht besonders gut, da die daraus erzeugten Extrakte einen etwas faden, grünen Geschmack haben. Das höher bis ca. 55—60° gedarrte Malz hat einen sehr würzigen, aromatischen Geschmack. Den Geschmack der Extrakte kann man entweder durch Abänderung der Darrtemperaturen oder aber durch Mischen von niedrig- und hochgedarrtem Malz variieren. Die DK und PK der niedriggedarrten Extrakte ist fast die des Grünmalzes. Je höher gedarrt wird, um so geringer wird die DK und die PK. Auch die Qualität der diastatischen Wirkung wird verändert. Die Grünmalzdiastase hat eine geringere verflüssigende Kraft, als die Darrmalzdiastase, sie löst die Stärke, ohne sie vorher zu verflüssigen. Je höher das Malz gedarrt wird, um so größer ist die verflüssigende Kraft im Vergleich zur verzuckernden Kraft. Einen wichtigen Einfluß hat die Darrdauer. Je länger sie ist, um so größer sind die Verluste an DK und PK. In der Praxis dauert das Darren gewöhnlich 24—48 Stunden, je nach der Darrenkonstruktion und der gewünschten Malzqualität. Die dunklen Malzsorten werden gewöhnlich länger gedarrt. Bei niedriggedarrten Malzen rechnet man in der Praxis mit einem DK-Verlust von 10—15%. Hat z. B. ein Grünmalz mit 45% Wassergehalt eine DK = 7000, so hat die Trockensubstanz eine DK = 12730. Nach dem Darren bei 45° C ist die DK auf die Trockensubstanz berechnet, z. B. um 15% weniger, d. h. DK = 10820. Das diastatische Darrmalz muß zumindest eine DK = 7000—9000 aufweisen.

Die peptolytische Kraft und die Menge der löslichen Eiweißstoffe nimmt beim Darren stark ab. Während der Formoltiter der Grünmalztrockensubstanz sich zwischen 1000—2500 mg bewegt, beträgt er für

Darrmalz nur 900—1500 mg. Die PK beträgt 320—1600 für Darrmalz und 500—2200 für Grünmalz, alles auf die Trockensubstanz berechnet.

Die Acidität nimmt beim Darren erheblich zu, und zwar durch Einwirkung der Hitze auf die Phosphate und durch Bildung von Humus-säuren. Je höher gedarrt wird, um so höher steigt die Acidität. Je geringer die zum Trocknen verwendete Luftmenge ist, um so geringer ist die Acidität. Das unter Luftausschluß gedarrte Malz hat eine nur unbedeutende Acidität.

Die Ausbeute an Darrmalz ergibt sich aus den Angaben auf S. 107. Je nach der Keimführung erhält man aus 100 kg Gerste 70—85 kg Darrmalz.

Das fertiggedarrte Malz zieht nach dem Abkühlen noch eine geringe Feuchtigkeit an, so daß der Wassergehalt einige Tage hindurch zunimmt. Oft steigt der Wassergehalt bis auf 10—11%, jedoch soll ein einwandfreies Malz nicht über 7% Wasser enthalten. Interessanterweise steigt auch die DK beim Lagern an, manchmal ist dieses Ansteigen nicht ganz unerheblich, und zwar bis 10%.

Das gute fertige Darrmalz muß einen mehligten Mehlkörper besitzen. Glasige Körner, welche keine Auflösung erhalten haben, dürfen nur in geringer Menge vorhanden sein. Glasmalz weist auf fehlerhaftes Darren. Die beim Keimen ungekeimt gebliebenen Körner, die sog. Ausbleiber bleiben nach dem Mälzen und Darren vollkommen hart und werden daher als Hartmalz oder Steinmalz bezeichnet. Steinmalz soll auch nur in geringen Mengen vorhanden sein. Die Zusammensetzung und die sonstigen Eigenschaften betreffend seien die Durchschnittsangaben der Tabelle auf S. 148 angeführt.

Das Darren wird in der Praxis entweder auf Hordendarren oder in Trommeldarren durchgeführt.

Die Hordendarre ist eigentlich eine Plandarre; das feuchte Grünmalz wird auf einer gelochten, geschlitzten oder auf einer mit sonstigen Öffnungen versehenen Horde in dünner Schicht ausgebreitet. Von unten strömt erhitzte Luft durch das Malz und trocknet es aus. In dieser einfachen Ausführung ist die Darre ein äußerst primitiver Lufttrockner, welcher mit sehr kleinem Wirkungsgrad arbeitet. Die modernen Konstruktionen, welche mehrere Horden übereinander angeordnet haben, arbeiten vollkommener, sowohl was die Darrmalzqualität, als auch die Wärmewirtschaft betrifft. Immerhin ist die Hordendarre keine ideale Konstruktion. Die Luft wird auf eine bestimmte Temperatur erhitzt und strömt durch die dünne Malzschicht. Das Wasser verdunstet und die Luft sättigt sich mit Wasserdampf, jedoch nicht vollständig, da nicht genügend Zeit dazu zur Verfügung steht. Das Malz erwärmt sich und die Luft kühlt sich ab, doch nicht bis auf die Temperatur der

Anzahl der Analysen	In der wasserfreien Substanz												%									
	Wasser	Fett	Rohfaser	Pentosane	Stärke	Asche	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Leithin	Eiweiß	lösli. Eiweiß im Malz	im ges. Eiweiß	lösli. nicht koagul. Eiweiß im Malz		im ges. Eiweiß	lösli. koagul. Eiweiß im Malz	im ges. Eiweiß	Tausendkorn- gewicht	Tausendkorn- gewicht der orig. Gerste	% Extraktgehalt			
40	5,86	2,14	5,98	10,56	48,39	2,69	1,05	0,77	11,52	4,25	38,17	3,42	29,33	0,84	7,29	30,2	34,3	69,2				
25	6,12	2,11	5,99	10,47	51,43	2,50	0,94	0,69	9,58	3,05	32,09	2,62	27,21	0,47	4,90	37,5	41,2	69,4				
60	5,20	1,97	4,62	9,08	50,96	2,52	1,06	0,70	10,22	3,75	36,40	3,08	29,56	0,67	6,55	37,2	41,6	71,8				
125	—	7,9	—	8,2	—	1,8	—	27,0	—	21,6	—	11,6	—	33,7	—	13,0	—	7,50	—	10,69	—	7,25

Die Änderungen in Prozenten während des Mälzens

Außenluft, so daß ein Teil der aufgewendeten Wärme verlorengeht. Ist die Frischlufttemperatur  $t$ , und wird sie auf  $T$  erhitzt, so sind dazu pro Kilogramm Luft  $Q = (T - t) \cdot Cp$  Calorien erforderlich. Die erhitzte Luft kühlt sich in der Malzschicht auf  $\tau$  ab und gibt dabei  $q = (T - \tau) Cp$  Calorien ab, welche zur Verdunstung des Wassers auf der Horde dienen. Da die Verdampfungswärme für Wasser

$$r = 607 - 0,7 \tau$$

ist, so verdampft die Luft pro Kilogramm

$$\frac{q}{r} = \frac{(T - \tau) Cp}{607 - 0,7 \tau}$$

Kilogramm Wasser.  $Q - q$  Calorien bleiben unausgenützt. Die Abluft enthält also noch Wärme, welche ebenfalls zum Trocknen verwendet werden kann. Deshalb wird heute niemals eine einzige Horde zum Darren benutzt, zumeist sind die Zweihordendarren und die Dreihordendarren gebräuchlich. Wärmewirtschaftlich übertrifft die Dreihordendarre die Zweihordendarre wesentlich. Die Mehrhordendarren sind im Wesen Stufenlufttrockner.

Eine moderne Darre besteht aus folgenden Teilen: 1. Heizvorrichtung, 2. Luftherhitzer, 3. Horden, 4. Luftabzug.

Die Heizvorrichtung ist eine normale Rostfeuerung, welche mit feuerfestem Chamotte ausgemauert ist. Die Feuerung erfolgt hier in der allgemein bekannten Weise und soll nicht näher besprochen werden. Die heißen Rauchgase werden in einen Luftherhitzer (Calorifer) geführt und erhitzen hier durch Kontaktwirkung

die Luft. Früher wurden die Rauchgase direkt durch die Horden geleitet, doch ist ein direktes Berühren des Malzes mit Rauchgasen nicht günstig (Geschmack, Geruch usw.), so daß heute das Trocknen nur mit erhitzter Luft erfolgt. In einzelnen Fällen findet man offene Koksfeuerungen, welche eine bessere Wärmeausnutzung gewähren, sie sind jedoch nicht verbreitet. Der Lufterhitzer besteht zumeist aus horizontal oder vertikal gelagerten Blechröhren, doch herrschen die horizontalen vor. Der Raum, in welchem die Heizrohre (Lufterhitzer, Calorifer) untergebracht sind, heißt in der Mälzerei „Sau“ und befindet sich stets über dem Heiz- oder Schürraum. Obwohl eine direkte Erhitzung der Luft mit Rauchgasen in der Trockenindustrie fast überhaupt nicht mehr zur Anwendung gelangt, sondern mit Dampf gearbeitet wird, hat die Mälzerei noch immer die direkte Heizung beibehalten. Um mit direkter Heizung eine gleichmäßige Temperatur zu erhalten, benötigt man eine aufmerksame und zuverlässige Bedienung. Außerdem müssen die Lufterhitzerrohre gut abgedichtet sein, um sich keiner Feuersgefahr auszusetzen. Die Heizrohre sind zumeist glatte dicke Rohre oder aber Rippenrohre, welche eine größere Oberfläche haben. 1 m<sup>2</sup> Heizfläche aus Gußeisen überträgt pro Stunde 12000—15000 Calorien. Um der Trockenluft neben direkter Feuerung eine gleichmäßige Temperatur zu sichern, sorgen die modernen Darren dafür, daß man die erhitzte Luft mit kalter Luft mischen kann. Das Malz verliert beim Trocknen allmählich die Wurzeln, welche durch die Horden auf die Heizrohre hinunterfallen. Die Keime brennen nun an an den Heizrohren leicht an, und es kann leicht Feuer entstehen. Die Feuersgefahr wird durch etwaige Undichtigkeiten an den Heizrohren auch noch vergrößert. Um diese Unannehmlichkeiten zu vermeiden, strömt heute die erhitzte Luft von der Sau niemals direkt durch die Horde; es ist eine Decke dazwischengebaut, welche von mit Kappen versehenen Rohren, Luftdüsen, durchbrochen ist. Die herunterfallenden Keime können nicht auf die Heizrohre fallen, sie sammeln sich auf der Zwischendecke, welche mit der darüberliegenden Horde die Keimkammer bildet. Ein Vorteil der Luftdüsen ist, daß die warme Luft auf die ganze Horde gleichmäßiger verteilt wird. Die Luftdüsen sind abschließbar, so daß der Luftzug nach Belieben reguliert werden kann.

Die Horden hatten früher als Tragfläche gelochtes Blech, doch ist die freie Durchgangsfläche solcher Horden verhältnismäßig gering. Heute bestehen die Tragflächen aus runden oder konisch gepreßten Drähten, welche in kurzen Abständen um Eisenstangen gewunden sind und gleichförmige enge Zwischenräume bilden. Die Trockenluft dringt durch diese Zwischenräume in die Malzschicht und strömt der oberen Horde zu. Liegt keine Zwischenhordendarre, sondern eine Dreihordendarre vor, so ist die Ausführung eine derartige, daß die unterste Horde

mit Umföhrungskanälen unabhängig von den beiden anderen Horden geführt werden kann. Oft ist die oberste Horde abgetrennt angeordnet. In beiden Fällen sind die Hordengruppen durch feste Decken voneinander getrennt.

Die Abluft entfernt sich von der Darre durch den Dunstschlot (Abzug), welcher die Ventilation der Darre besorgt. Der Luftzug entsteht

zum Teil auf natürlichem Wege, indem die warme Luft aufwärts strömt. Dieser Zug genügt aber nicht immer, so daß er entweder durch ein Dampfstrahlgebläse oder durch die Rauchgase vergrößert wird. Das Dampfstrahlgebläse ist in den Dunstschlot eingebaut, die Rauchgase werden ebenfalls in den Dunstschlot eingeleitet. Oft wird auch ein Ventilator zur Erzeugung des Luftzuges angewendet. Die Dunstschlote sind kaminartig gebaut und ragen hoch über die Mälzereinlagen; oben sind bewegliche Hauben angebracht, welche sich entgegen der Windrichtung einstellen, gegen Regen schützen und den Zug vergrößern. Diese Hauben geben den Mälzereien ein sehr charakteristisches Äußere, die Mälzereien sind daher schon von weitem erkennbar.

Die Ausführung einer Zweihordendarre ist in den Einzelheiten die folgende:

Eine noch heute weitverbreitete Konstruktion ist die Topfsche Universalzweihordendarre (Abb. 41).

Der unterste Raum ist der Schür-

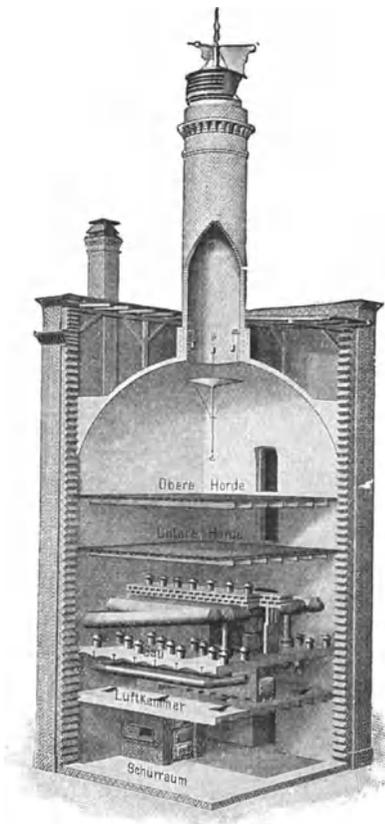


Abb. 41. Universalzweihordendarre.  
(J. A. Topf & Söhne. Erfurt.)

oder Heizraum, hier befindet sich die Feuerung. Der darüberbefindliche Raum ist die Luftkammer, in welcher die Erhitzung der Luft erfolgt: jetzt folgt die „Sau“, welcher die Luft durch Düsen, Stutzen, zuströmt. Hier wird die Luft weitererhitzt und zur Temperaturregulierung mit frischer Luft gemischt. Von hier gelangt die Luft auf die untere Horde und dann auf die obere Horde. Das Darren erfolgt in zwei Stufen: auf der oberen Horde herrscht stets eine niedrigere Temperatur als auf der unteren Horde, so daß die obere Horde zum Schwelken dient, d. h., hier

wird die Hauptmenge des Wassers bei niedriger Temperatur entfernt. Inzwischen wird auf der unteren Horde ein anderer Malzhaufen bei höherer Temperatur abgedarrt. Ist die untere Horde frei geworden, so wird das Malz von der oberen Horde abgeräumt, auf die untere Horde geräumt und hier fertiggedarrt. Die Temperatur kann in sehr weiten Grenzen geregelt werden, so daß auf der Zweihordendarre sowohl hochgedarrtes, als auch niedriggedarrtes Malz erzeugt werden kann. Die neuere Konstruktion ist etwas abweichend, indem der Lufterhitzer nicht aus zwei Teilen, Luftpammer und Sau, besteht, sondern in einem Raum sind zwei Rohrsysteme übereinandergelegt. Über den Heizröhren liegt eine Decke, in welcher eine große Anzahl von Luftdüsen zum Durchleiten der Heißluft angeordnet ist. Dadurch erreicht man, daß die Keime nicht auf die Heizrohre fallen, und daß die Feuergefahr stark vermindert wird, da die Keime nicht anbrennen können. Die Keime sammeln sich in der durch die Decke gebildeten Keimkammer und behalten ihre lichte Farbe und bleiben dadurch wertvoller. Die warme Luft verteilt sich unter den Horden weit besser, so daß die Temperatur in der Malzschicht gleichmäßiger wird. Die Luftdüsen sind abstellbar, so daß die Wärme während des Abräumens und Beladens aufgespeichert werden kann, es wird also Kohle erspart und es ist auch das Betreten der Darre, sowie ein Arbeiten darin angenehmer und gesünder.

Das Grünmalz kommt mit Hilfe einer Transportvorrichtung auf die obere Horde und wird hier in einer gleichmäßigen Schicht ausgebreitet. Die Schichthöhe hängt von der Trockengeschwindigkeit, vom Wassergehalt des Grünmalzes, vom erwünschten Malzcharakter und vom Luftzug der Darre ab. Die Trockengeschwindigkeit beträgt bei einer Zweihordendarre gewöhnlich 12 Stunden auf der oberen Horde und 12 Stunden auf der unteren Horde, wenn auf helles Malz gearbeitet wird. Für dunkles Malz wird  $2 \times 24$  Stunden gedarrt. Der Wassergehalt schwankt normal zwischen 40—45%. Der Luftzug ist für eine jede Darre ein anderer, je größer er ist, um so höhere Malzschichten sind möglich. Für helles Malz muß eine niedrigere Malzschicht gewählt werden als für dunkles Malz. Unter normalen Verhältnissen rechnet man bei hellem Malz mit einer Malzschicht von 12—16 cm und bei dunklem Malz mit 20—30 cm. Die Schichthöhe entscheidet auch die Leistungsfähigkeit der Darre. Bei natürlichem Zug können bei der oben angegebenen Schichthöhe auf einem Quadratmeter 40—50 kg, bei künstlichem Zug 60 kg Malz gedarrt werden.

Die Temperaturführung auf der Darre kann am besten mit Hilfe der beigefügten Diagramme veranschaulicht werden. Abb. 42 ist das idealisierte Diagramm für dunkles, sog. Münchner Malz. Auf der oberen Horde steigt die Temperatur des Malzes bis fast  $70^{\circ}\text{C}$  (II), die Abluft hat höchstens  $44^{\circ}\text{C}$  (I). Inzwischen liegt auch auf der unteren Horde Malz, welches fertig-

gedarrt wird, und zwar wird die Temperatur der zweiten Diagrammhälfte entsprechend gesteigert: Die Ablufttemperatur steigt bis 80—90° C, die Malztemperatur bis 90—110° C. Diese letzte Temperatur ist die Abdarrtemperatur.

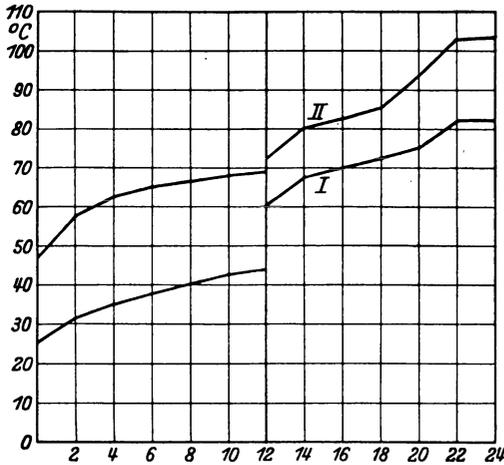


Abb. 42. Darrdiagramm für dunkles (Münchener) Malz.

Das helle, sog. Pilsner Malz wird bei niedrigerer Temperatur gedarrt (Abb. 43), und zwar steigt die Malztemperatur auf der oberen Horde bis 48—50° C und die Lufttemperatur bis auf 45° C. Die Abdarrtemperatur ist auf der unteren Horde für das Malz 80° C und für die Luft 75° C. Das Pilsner Malz wird beim Darren mehr geschont und hat deshalb eine höhere DK als das Münchener Malz. Für diastatische Zwecke ist keine der beiden Darrordnungen geeignet, da für diesen Zweck die Abdarrtemperatur 45° C betragen muß.

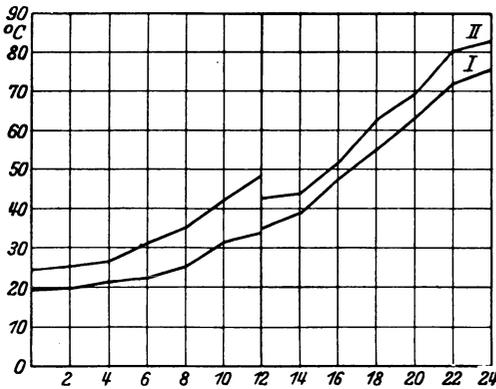


Abb. 43. Darrdiagramm für helles (Pilsener) Malz.

Höchstens in den letzten 2 Stunden kann die Temperatur etwas höher ansteigen (Abb. 44).

Die Kontrolle der auf der Darre herrschenden Temperaturen erfolgt mittels Thermometer, und zwar muß die Temperatur der frisch erhitzten Luft, des Malzes und der Luft auf der unteren Horde, sowie des Malzes und der Luft auf der oberen Horde gemessen

werden. Zu diesem Zwecke werden in der Sau, auf der unteren und auf der oberen Horde je ein Thermometer in der Luft hängend angebracht, sowie je ein Thermometer in die Malzschicht auf der unteren und oberen Horde gesteckt. Die Beobachtung der Thermometer erfolgt am einfachsten durch Betreten der Darre und direktes Ablesen. In der Sau kann man so die Temperatur nicht feststellen. Besser sind Fernthermometer, mit deren Hilfe die Temperaturen außerhalb der Darre bequem

abgelesen werden können. Am zweckmäßigsten sind aber die Fernregistrierthermometer, welche eine ständige und bequeme Kontrolle des Darrvorganges erlauben und jegliche Fahrlässigkeit des Personals oder etwaige Betriebsstörungen festlegen.

Das Malz trocknet auf den Horden nicht ganz gleichförmig. Einerseits ist die Heißluftverteilung niemals ganz gleichmäßig, andererseits

trocknet die unten liegende Schicht schneller als die obere. Will man ein gleichmäßig gedarrtes Malz erhalten, so muß das Malz auf den Horden gewendet werden. Dieses Wenden erfolgte früher mit Handschaufeln, das

Umschaufeln mit der Hand ist aber eine sehr schwere Arbeit, man denke nur daran, daß es nicht einfach ist, bei den oft gegen 100° C liegenden Temperaturen körperliche Arbeit zu verrichten, wenn auch die Luftdüsen abschließbar sind. Ganz dunkles Malz kann mit der Hand überhaupt nicht gewendet werden. Heute wird in jeder halbwegs modernen Mälzerei mit mechanischen Darrmalzwendern gearbeitet. Die

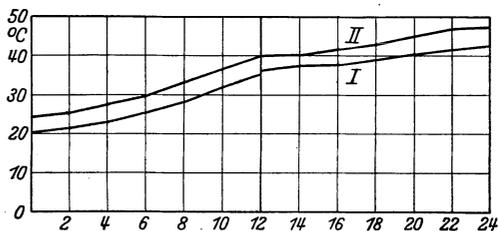


Abb. 44. Darrdiagramm für diastatisches Malz.

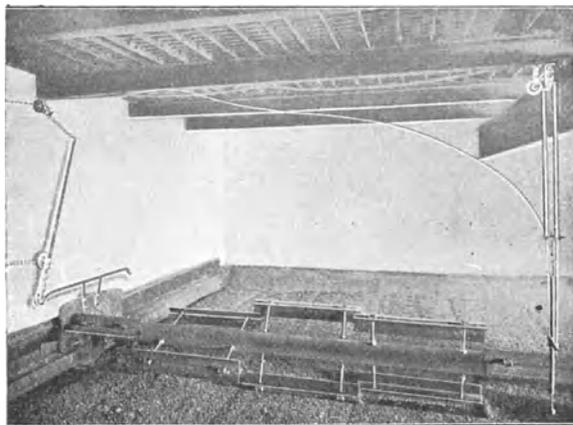


Abb. 45. Darrmalzwender mit automatischem Thermometerhebeapparat.  
(J. A. Topf & Söhne, Erfurt.)

Darrmalzwender sind Blechschaufeln, welche an eine Achse befestigt sind. Die Achse ist drehbar auf einer Schiebephöhne befestigt und bestreicht so die ganze Horde. Die Achse dreht sich von Ketten angetrieben langsam, 3 Umdrehungen in der Minute, während die Schiebephöhne sich auf Laufschiene vorwärts bewegt, 10 cm in der Sekunde. Die Schaufeln

greifen in die Malzschicht, heben das Malz in die Höhe und wenden es. Am Ende der Horde angelangt, wird die Bewegung selbsttätig umgeschaltet. Ein guter Darmmalzwender muß auch am Hordenrand, sowie in den Ecken das Malz restlos wenden. Dies wird durch entsprechendes Abrunden der Randschaufeln erreicht. Das Vorwärtsschreiten des Wenders erfolgt immer in Richtung der Hordendrähte. Der Kraftbedarf beträgt bei einer Darre von  $60 \text{ m}^2$  ca.  $1-1\frac{1}{2}$  PS. Abb. 45 stellt einen Darmmalzwender der Firma J. A. Topf & Söhne, Erfurt, dar, welcher im Prinzip mit anderen Konstruktionen identisch ist. Um die Temperatur des Malzes zu beobachten, steckt im Malz ständig ein Thermometer, das aber die Tätigkeit des Malzwenders stört, weshalb der Topfsche Wender mit einem betriebssicheren, automatischen Thermometerhebeapparat versehen ist. Der Hebeapparat zieht das Thermometer beim Durchgang des Wenders in die Höhe und senkt es nachher wieder. Das Thermometer kann ein gewöhnliches Glasthermometer oder auch ein Fernthermometer sein.

Ist das Darren auf der oberen Horde beendigt, so muß das Malz auf die untere Darre geräumt werden. Zumeist erfolgt dies durch Klappen, welche auf der Horde angebracht sind und geöffnet werden. Das Malz

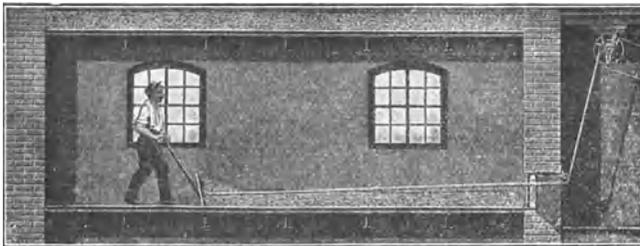


Abb. 46. Darresel. (J. A. Topf & Söhne, Erfurt.)

wird mit Holzschaukeln den Öffnungen zugeschoben und fällt dann auf die untere Darre. Ist dies nicht möglich, z. B. wenn zwischen den Horden Decken sind, so muß das Malz von der Horde abgeräumt und sodann auf die untere Horde wieder aufgeräumt werden. Das Abräumen kann mit Holzschaukeln erfolgen. Wegen den hohen Temperaturen war man bestrebt, das Abräumen durch Anwendung des „Darresels“ zu beschleunigen (Abb. 46). Der Darresel ist eine Holzschaukel, die mit einem mechanisch bewegten Seil gezogen wird. Das Seil wird auf eine Trommel geschlungen, die Trommel selbst wird mittels einer Transmission in Bewegung gesetzt. Das Seil zieht den Darresel, welcher das Malz vor sich schiebt. Der Arbeiter muß den Darresel nur einfach führen. Das Malz wird in einen Rumpf geschoben und rutscht durch diesen auf die untere Horde. Der Rumpf kann sowohl in der Darre, als auch außerhalb der

Darre seinen Platz haben. Selten findet man unter den Hordenklappen Schneckenförderanlagen, welche das Malz nach unten liefern. Ist das Darren auch auf der unteren Darre beendet, so erfolgt das Abräumen ähnlich wie vorher beschrieben, nur kommen gleichzeitig auch die auf S. 77—78 beschriebenen Förderanlagen zur Anwendung. Das Malz wird von der Horde in seitliche Kanäle geschoben, wo es von Schnecken, Elevatoren oder pneumatischen Förderanlagen gefaßt und zur Malzputzanlage gefördert wird.

Der Kohlenverbrauch einer modernen Zweihordendarre beträgt 20—22 kg für 100 kg helles geputztes Malz, vorausgesetzt, daß eine Kohle mit ca. 7000 Calorien vorliegt und die Darrzeit  $2 \times 12$  Stunden beträgt. Für dunkles Malz rechnet man 22—24 kg. Die Wärmeverluste sind sehr groß, besonders wenn niedriggedarrt wird, da mit großem Luftüberschuß gearbeitet werden muß, um bei der vorhandenen niedrigen Temperatur eine hinreichend schnelle Trocknung zu erreichen. Diese Zahlen sind nur bei ununterbrochenem Betriebe gültig.

Eine Verbesserung der Zweihordendarre ist die Dreihordendarre (Abb. 47, 56), welche eine bessere Wärmewirtschaft hat, und außerdem ist ihre Leistungsfähigkeit größer. Sie unterscheidet sich von der Zweihordendarre nur durch die dritte Horde. Die Teile einer Topfschen Dreihordendarre sind folgende: Feuerungsraum, Heizkammer (Lufterhitzer), Luftdüsen, untere Sau (Keimkammer), Unterhorde (Abdarrhorde), Luftkammer mit Luftdüsen, obere Sau, mittlere Horde (Trockenhorde), obere Horde (Schwelkhorde). Zwischen der Abdarrhorde und Trockenhorde ist mittels zweier Decken eine Luftkammer eingebaut, welche das getrennte Behandeln der Horden mit Luft ermöglicht. Einerseits können die Luftdüsen abgeschlossen werden, so daß die Abluft der Abdarrhorde nicht auf die Trockenhorde gelangt. Man kann also die Abdarrhorde mit heißer Luft versehen, ohne aber die oberen Horden frühzeitig stark erhitzen zu müssen. Außerdem kann man die Abdarrhorde mit geringem Luftzug arbeiten lassen, während die oberen Horden einen großen Luftzug benötigen. Die Abluft

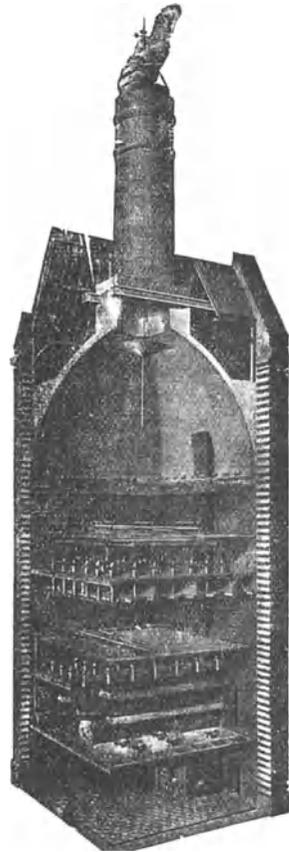


Abb. 47. Dreihordendarre.  
(J. A. Topf & Söhne, Erfurt.)

der Abdarrhorde wird in solchen Fällen durch Umleitungskanäle direkt in den Dunstschlot geleitet. Die beiden oberen Horden können nun unabhängig von der Abdarrhorde frische heiße Luft vom Lufterhitzer erhalten, und um mit der gewünschten Temperatur arbeiten zu können, kann diese in der Luftkammer mit kalter Luft gemischt werden. Bei der Zweihordendarre liegt immer die Gefahr nahe, daß das Malz bereits

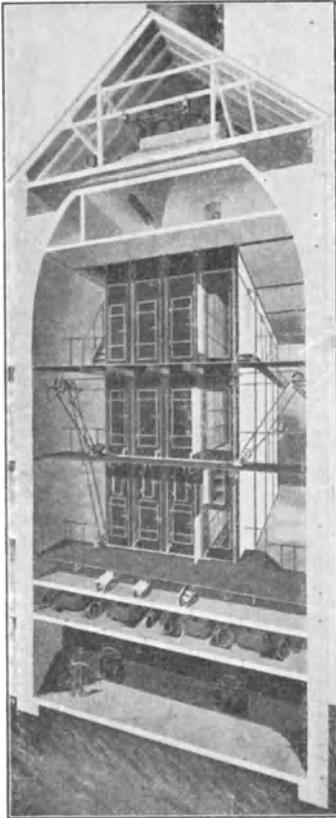


Abb. 48. Vertikalдарre in eine alte Hordendarre eingebaut.  
(J. A. Topf & Söhne, Erfurt.)

auf der Oberhorde zu hohe Temperaturen annimmt, wodurch die Malzqualität stark vermindert wird. Die Dreihordendarre schaltet diese Gefahr völlig aus. Die Darrzeit beträgt auf der Dreihordendarre  $3 \times 12$  Stunden für dunkles und helles Malz. Bei dunklem Malz bedeutet dies 12 Stunden Ersparnis. Die Leistung der Dreihordendarre ist die doppelte der Zweihordendarre, nämlich 90—110 kg auf  $1 \text{ m}^2$  Hordenfläche. Auf dieser Darre kann sowohl das hellste diastatische, als auch das dunkelste Münchner Malz gewonnen werden. Der Kohlenverbrauch ist ungefähr um 30% niedriger als bei einer guten Zweihordendarre, und zwar 11—16 kg Kohle von 7000 Calorien für 100 kg fertiggeputztes Malz. Auf beiden oberen Horden kann das Schwelken und Trocknen beliebig langsam bei niedrigen Temperaturen vorgenommen werden, während das Abdarren auch bei höheren Temperaturen unabhängig von der Schwelk- und Trockendarre bei schon geringem Wassergehalt erfolgen kann. Der Topfschen Darre ähnlich ist die Darre der A.-G. vorm. Skodawerke in Pilsen, Prag-Smichov (Abb. 10).

Eine bedeutsame Neuerung auf dem Gebiete der Malzdarren ist die Vertikalдарre der Firma J. A. Topf & Söhne, Erfurt (Abb. 48). Die Malzdarren mit horizontalen Horden haben erhebliche Nachteile. So z. B. ist das Beladen und Abräumen, das Herunterstoßen des Malzes von Horde zu Horde und sein Wiederausbreiten äußerst umständlich und zeitraubend, des weiteren verursacht das Zertreten und Zerquetschen der Malzkörner beim Betreten der Horden unangenehme Verluste, schließlich erfordert die übliche Darrkonstruktion einen sehr großen

Raum und dementsprechend große Baulichkeiten. Die Gleichmäßigkeit des Malzes erfordert ein ständiges Wenden, was mit dem mechanischen Darrmalzwender erfolgt. Die Plandarren verbrauchen daher auch mechanische Kraft. Dem Bedürfnis, diese Nachteile zu umgehen, verdankt die Vertikaldarre ihren Ursprung. Die Horden dieser Darre sind vertikal angeordnet und der zwischen je zwei aus Drahtgewebe bestehenden in 20 cm Entfernung befindlichen Horden bleibende Raum wird mit Malz gefüllt. Das Malz befindet sich also in stehenden Schächten. Die heiße Luft durchstreicht die Horden in wagerechter Richtung. Es können natürlich mehrere Horden nebeneinander angeordnet werden, wobei die Zwischenräume als Luftschächte dienen und zur Kontrolle des Darrvorganges betretbar sind. Die Horden oder besser die Malzschächte, sowie die dazwischenliegenden Luftschächte sind durch Zwischenböden in zwei oder drei übereinanderliegende Etagen getrennt. Eine Zwei- oder Drei-Etagen-Vertikaldarre entspricht einer Zwei- oder Drei-Horden-Plandarre.

Die Heißluft durchstreicht zuerst die Malzschächte der unteren Etage, zieht dann durch die Klappen der Zwischenböden in die obere Etage und durchstreicht die Malzschächte in entgegengesetzter Richtung als in der unteren Etage. Ist noch eine dritte Etage vorhanden, so steigt die Luft schließlich auch dorthin und durchläuft die Schächte wieder in entgegengesetztem Sinne. Die Luft beschreibt also einen schlangenförmigen Weg. Die Luft wird von der oberen Etage mittels eines Ventilators abgesaugt. Durch Umstellen der Luftklappen oder Schieber in den Zwischendecken der Luftschächte kann die Luftrichtung beliebig oft gewechselt werden, so daß die warme Luft die Malzschicht einmal von der einen, dann von der anderen Seite durchstreicht. Das Wechseln der Luftrichtung ersetzt das Wenden. In der Praxis wendet man im Verlauf von 12 Stunden bloß 1—2mal die Luftrichtung. Da kein Wenden des Malzes notwendig ist, fallen auch die Keime nicht ab, so daß das Malz auch nach Beendigung der Abdarrung völlig locker bleibt. Die Temperaturregulierung der einzelnen Etagen, sowie der einzelnen Horden kann durch beliebige Zuleitung von kalter Luft erfolgen. Man kann also ganz nach Wunsch niedrig oder hoch abdarran und eine jede Horde unabhängig von der anderen führen. Die warme Luft wird in einem Rippenrohr Calorifer mit Rauchgasen oder Dampf erzeugt. Das Herunterstoßen des Malzes in eine niedriger liegende Etage erfolgt ganz selbsttätig. Zur Bedienung genügt 1 Mann, vorausgesetzt, daß das Beladen der Darre mittels einer Förderanlage erfolgt. Die Leistungsfähigkeit der Vertikaldarre ist bei gleicher Grundfläche gegenüber einer normalen Zweihordendarre das Vier- bis Fünffache und gegenüber einer Dreihordendarre etwa das Dreifache.

Die Arbeitsweise einer Drei-Etagen-Vertikaldarre läßt sich kurz folgend erläutern:

„Alle 12 Stunden wird die untere Hordenabteilung ausgeräumt und zu diesem Zweck der Schieber zwischen der unteren und mittleren Abteilung des Malzschachtes (Horde) geschlossen, dagegen der untere Auslaufschieber geöffnet. Das fertiggedarrte Malz läuft nun selbst der unter dem Malzschacht liegenden Ausräumtschnecke zu. Ist die untere Abteilung leer, so wird der Malzauslaufschieber geschlossen und der Schieber zwischen der unteren und mittleren Abteilung (Horde) geöffnet, so daß sich die untere Abteilung (Horde) aus der mittleren füllt. In gleicher Weise wird hierauf das Malz von der oberen nach der mittleren Abteilung heruntergelassen; die obere Abteilung ist dann leer und wird mit Grünmalz frisch beschickt. Der Vorgang vom Abräumen bis zum Beladen dauert 20—30 Minuten.

Aus dem Heizraum gelangt die warme Luft in die entsprechenden Luftschächte, durchstreicht infolge der regelbaren Zwischenböden in den Luftschächten dann schlangenförmig die drei übereinanderliegenden Abteilungen des Malzschachtes (Horden) und wird oben durch den Ventilator abgesaugt. Die Temperaturen können, wie bereits erwähnt, für die einzelnen Abteilungen (Horden) durch Zuführung von kalter und warmer Luft beliebig geregelt werden. Nach 6 Stunden wird die Luft-richtung umgeschaltet dadurch, daß die bisher offenen Schieber in den Luftschächten geschlossen und die bisher geschlossenen Schieber geöffnet werden. Nach weiteren 6 Stunden ist das Malz in der unteren Abteilung vollständig gleichmäßig gedarrt und fertig zum Ausräumen. Durch die begehbaren Luftschächte ist eine genaue Kontrolle des Darrvorganges möglich. Da jedoch die Darre mit künstlichem Zug arbeitet, von Witterungseinflüssen usw. daher unabhängig ist, so erübrigt sich eine so häufige Kontrolle wie bei Plandarren.“

Die Nachteile der Hordenplandarren hat man auch versucht, durch Anwendung von Trommeldarren zu umgehen. Diese Trommeldarren erledigen das Wenden durch Rotieren, so daß überhaupt keine Handarbeit erforderlich ist. Es wurde versucht, das Darren gleich in der Keimtrommel durchzuführen, jedoch konnte man auf diese Art kein brauchbares Malz erhalten, obwohl auch heute noch derartige Anlagen zu finden sind. Als gut bewährtes System sei die Chodounskysche Keim- und Darrtrommel erwähnt (A.-G. v. o. r. m. Skoda werke, Prag. Abb. 8 und 10). Heute gelangen fast nur getrennte Darrtrommeln zur Anwendung. Das Darren kann in einer Trommel nicht beendet werden, da die Volumenveränderung beim Trocknen viel zu groß ist, um der gefüllten Trommel eine gleichmäßige Leistung zu sichern. Das fertige Grünmalz hat ca. das 1,9fache Volumen der Gerste. Das fertiggedarrte Malz hat ungefähr dasselbe Volumen wie die ursprüngliche Gerste, so daß das Verhältnis zwischen Malz- und Gerstenvolumen 1,25—1,3:1 ist. Man wendet daher eine Trockentrommel und eine Abdarrtrommel

an, welche der Oberhorde und der Unterhorde einer Plandarre entsprechen.

Das Trocknen erfolgte früher in den Trommeldarren mittels Rauchgasen, jedoch kommt heute nur erhitzte Luft in Frage. Das Erhitzen der Luft wird zumeist mit Dampfheizung bewirkt.

Die Trommelkonstruktionen sind äußerst mannigfaltig. In Abb. 49 sind einige Systeme schematisch abgebildet: in a und b liegt das Malz in einer dicken Schicht, die Luft durchströmt die Trommel in der Längsrichtung, doch wird der Haufen nicht gleichmäßig, sondern sozusagen nur an der Oberfläche abgetrocknet.

Dieses System ist völlig unbrauchbar. Die folgenden Konstruktionen haben als Grundprinzip die Zerteilung des dicken Malzhaufens in dünnen Schichten. Das System Sauerbrey (Abb. 49c) will dies durch an dem Trommelmantel angebrachte Mitnehmer erreichen, doch ist der Erfolg sehr gering. System L. Soest (Abb. 49d), Taussig-Eisenberg (Abb. 49e), Grevenbroich (Abb. 49f) und Möller und Pfeiffer (Abb. 49g) erreichen das Ziel mehr oder weniger. Die Luft strömt auch hier in der Längsrichtung der Trommel, also senkrecht zur Abbildungsfläche. Ein Nachteil dieser Darren ist, daß die Trommel die frische Trockenluft stets von einer Seite erhält, so daß das Malz auf der einen Seite bereits trocken, auf der anderen Seite aber noch

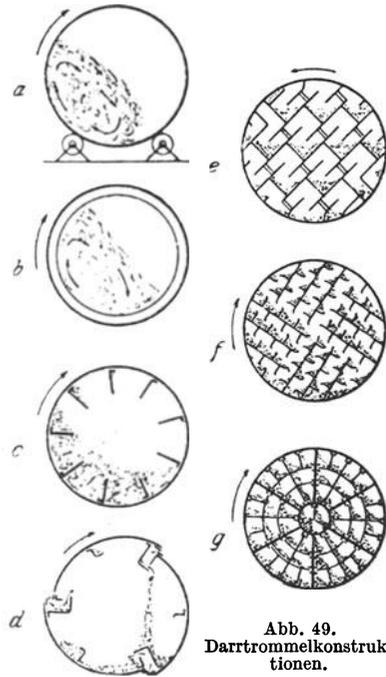


Abb. 49.  
Darrtrommelkonstruktionen.

feucht ist; ein gleichmäßiges Trocknen ist also nicht möglich. Besser gestaltet sich die Lage, wenn diese Trommeln in Gegenstrom kontinuierlich arbeiten. Dabei entsteht aber der Fehler, daß der Darrprozeß völlig unkontrollierbar wird. Deshalb werden diese Trommelsysteme überhaupt nicht mehr verwendet und man ist zu Systemen, welche den Gallandschen Keimtrommeln ähnlich sind, übergegangen. In diesen Trommeln wird die Luft gleichmäßiger verteilt, so daß das Darren möglich wird. Ein derartiges System ist die Freundsche Trommeldarre (Abb. 50, 51), welche in ihrer Konstruktion der Freundschen Keimtrommel entspricht (S. 130). Der Arbeitsgang dieser Darrtrommel ist der folgende.

Das Grünmalz wird von der Keimvorrichtung, Tenne, Kasten, Trommel, mit einer entsprechenden Fördervorrichtung der ersten (Trocken-)Trommel zugeführt und in dieser 12 oder 24 Stunden vorgeschwelkt bzw. getrocknet. Jetzt wird das Mannloch geöffnet und das

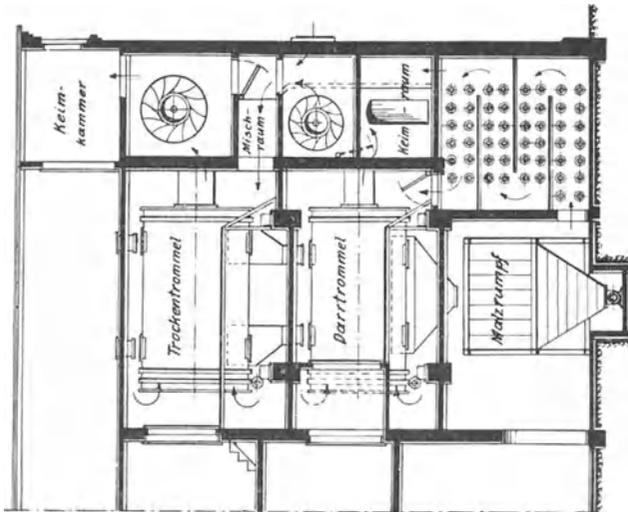
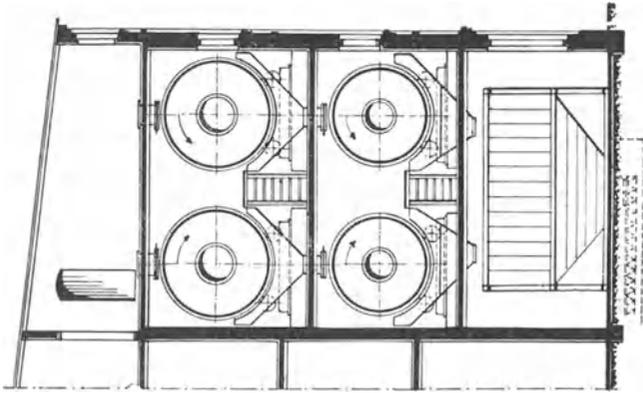


Abb. 50. Darrtrommelanlage. (Freund-Stärkehoffmann A.-G., Berlin-Charlottenburg.)

Malz fällt, während die Trommel rotiert, durch einen Rumpf in die darunterliegende Darrtrommel. Die Trockentrommel kann jetzt wieder mit Grünmalz beschickt werden. Das Entleeren der Darrtrommel erfolgt ebenso automatisch, wie das Entleeren der Keimtrommel oder Trockentrommel. Das fertige Malz sammelt sich in einem Malzrumpf und wird von hier zur Putzerei abtransportiert. Die Luft wird über mit Dampf

geheizten Rippenrohren erhitzt und strömt sodann in den Raum, in welchen die Darrtrommel eingebaut ist. Dieser Raum ist völlig geschlossen und isoliert. Von diesem Raum tritt die Luft von links in die peripheren Luftkanäle der Darrtrommel, Regulierung genau wie bei den Keimtrommeln, und von dort dringt sie durch das Malz in das zentrale Ableitungsrohr für die Abluft. Nun gelangt die Abluft in eine Keimkammer, wo die vom Luftstrom etwa mitgerissenen Keime abgelagert werden. Jetzt wird die Luft von einem Ventilator erfaßt und in einen Mischraum gedrückt, wo je nach Bedarf kalte oder warme Luft zugemischt wird, um die Temperatur für die Trockentrommel genau ein-

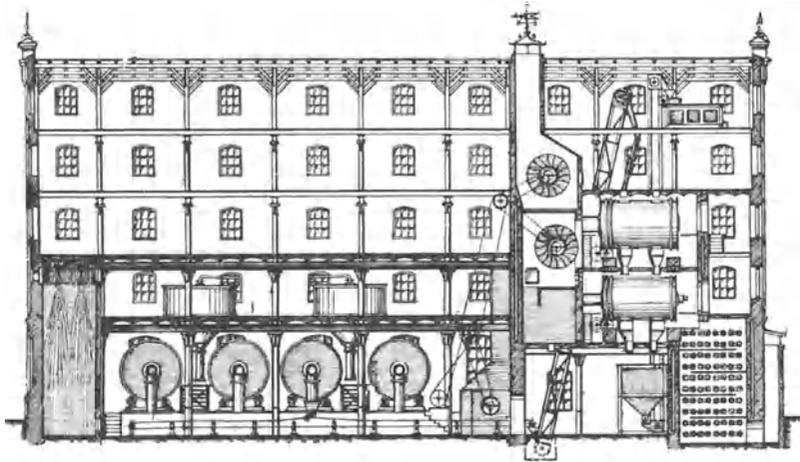


Abb. 51. Keim- und Darrtrommelanlage. (Freund-Starkehoffmann A.-G., Berlin-Charlottenburg.)

stellen zu können. Die Luft durchläuft jetzt die Trockentrommel und gelangt durch einen zweiten Ventilator und durch eine weitere Keimkammer ins Freie.

Ein bedeutender Vorteil der Trommeldarren gegenüber den Hordendarren ist, daß man den Darrprozeß mehr in der Hand hat. Die Regulierung der Temperatur, Intensität der Lüftung, des Feuchtigkeitsgehaltes usw. erfolgt für die Trocken- und Darrtrommel vollkommen unabhängig voneinander und daher ist der Darrprozeß von den äußeren Witterungsverhältnissen unabhängig, was bei der Hordendarre nicht der Fall ist. Die Raumersparnisse sind auch nicht unerheblich. Ein nicht zu verschweigender Nachteil der Trommeldarre ist, daß das Malz in sehr dicker Schicht liegt und das Darren deshalb nicht ganz gleichmäßig verläuft. Die starke Schicht erfordert auch eine sehr lange Schwelkdauer; 12 Stunden genügen nie, normal sind 24, oft aber auch 36 Stunden erforderlich. Während der Schwelkdauer wächst das Malz noch nach und es entstehen auch noch bedeutende Substanzverluste. Der Kraft-

verbrauch für die Ventilation, da gar kein natürlicher Luftzug vorhanden ist, und für die Rotation der Trommeln ist auch nicht unerheblich. Diese Nachteile haben die geringe Verbreitung der Trommeldarren verursacht.

## G. Das Putzen des Darrmalzes.

Dem fertigen Darrmalz haften noch viele Verunreinigungen an, welche einerseits beim Getreideputzen nicht ganz entfernt werden konnten, andererseits bildeten sie sich im Verlauf des Mälzens. Deshalb benötigt das Malz ein nochmaliges Putzen. Bei dieser Gelegenheit entfernt man auch die Keime, da diese für die weiteren Zwecke überflüssig sind und den Extrakten einen bitteren Geschmack geben. Die Keime sind auch an Mikroorganismen besonders reich, so daß ihre Entfernung auch in dieser Hinsicht günstig ist. Wichtig ist, daß das Malz noch in warmem Zustand geputzt werden soll, da es beim Abkühlen Wasser anzieht und die Keime an Sprödigkeit verlieren, wodurch sie dann auch nicht mehr vollkommen abbrechen.

Das Darrmalz kommt in noch warmem Zustand von der Darre in einen Malzausstoßkasten, welcher aus Eisenblech angefertigt ist und nur

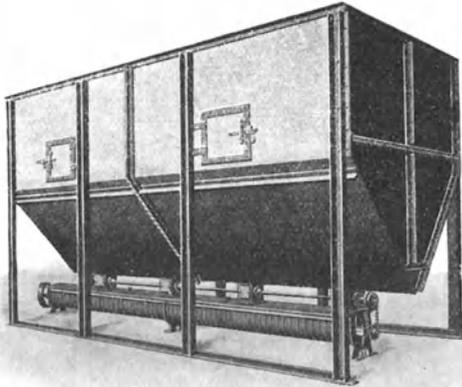


Abb. 52. Malzausstoßkasten mit Vorentkeimer.  
(J. A. Topf & Söhne, Erfurt.)

die Aufgabe hat, das Malz vor dem Weiterfördern durch die Putzmaschinen aufzunehmen (Abb. 52). Unter dem Ausstoßkasten ist eine Transportschnecke, welche gleichzeitig als Vorentkeimer dient, da sie in einem Trog mit Siebfläche läuft. Die bereits abgebrochenen oder beim Bewegen in der Schnecke abbrechenden Keime

fallen zum großen Teil durch das Sieb, wodurch das Malz vorgeputzt und die Malzputzmaschine entlastet wird.

Vom Vorentkeimer gelangt das Malz in die Malzputzmaschine (Entkeimer). Diese besteht aus einem gelochten Stahlzylinder, in welchem ein Flügelwerk rotiert. Das Flügelwerk reibt die Malzkörner aneinander und an die Zylinderfläche, wodurch die Keime völlig abbrechen und durch die Lochung fallen. Zur Entfernung des vorhandenen und des beim Ent-

keimen entstehenden Staubes wird der Entkeimer mit einem Aspirator verbunden, und zwar wird das Malz sowohl beim Einlauf, als auch beim Auslauf aspiriert. Außerdem wird in den Zylinder ein Luftstrom geführt, welcher eine noch gründlichere Entstäubung besorgt. Der Luftstrom durch den Zylinder kann sowohl in Gleichstrom, als auch in Gegenstrom sich bewegen. Die neueren Konstruktionen, wie z. B. die Malzputzerei der Firma J. A. Topf & Söhne, Erfurt (Abb. 53), arbeiten nur in Gegenstrom, da dessen Vorteile ganz deutlich sind. Die Kei-

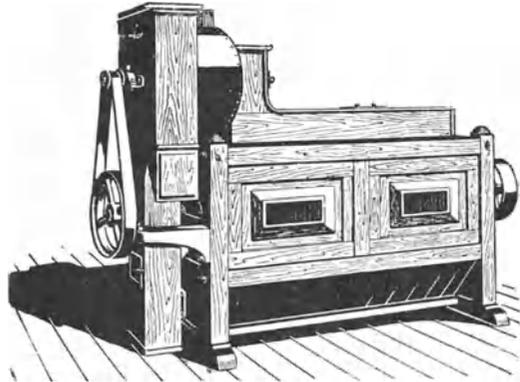


Abb. 53. Malzputzmaschine, Entkeimer.  
(J. A. Topf & Söhne, Erfurt.)

me, sowie der grobe Staub sammeln sich in einer Kammer, während der feine Staub vom Luftstrom mitgerissen und in Entstäubungsanlagen, wie diese bei der Gerstenputzerei (S. 82) beschrieben sind, unschädlich gemacht wird. Die ganze Anlage muß völlig staubfrei arbeiten, da der Staub Ummengen von Mikroorganismen enthält, welche erstens gesundheitsschädlich sind und zweitens Betriebsstörungen hervorrufen können.

Dem derart geputzten Malz haftet noch sehr viel Staub an, weshalb noch eine weitere Reinigung erforderlich ist. Diese erfolgt in der „Poliermaschine“ (Abb. 54). Die Poliermaschine enthält Walzenbürsten aus Stahldraht, welche das Malz abbürsten und gleichzeitig polieren. Das erhaltene Malz ist vollkommen rein, staubfrei und hat ein glänzendes, frisches Aussehen,

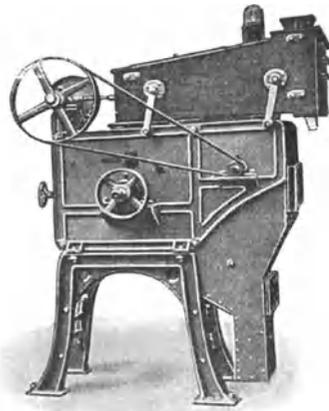


Abb. 54. Malzpoliermaschine.  
(J. A. Topf & Söhne, Erfurt.)

Das staubfreie Malz enthält aber noch die nichtgekeimten Getreidekörner, welche Hartmalz oder Steinmalz genannt werden. Das Steinmalz besitzt keine Auflösung, es ist sehr hart, verleiht den Extrakten einen herben, grünen Geschmack und vermindert die diastatische Kraft. Die Entfernung des Steinmalzes hat also sehr große Bedeutung, sie kann mit Hilfe des Tischauslesers (S. 87—88) erfolgen, welcher die nicht oder

ganz wenig gekeimten Körner, die Ausbleiber, ganz exakt ausscheidet, und zwar auf Grund der Verschiedenheit in der Elastizität der Körner und der bestehenden Differenzen im spez. Gewicht. Das von der Poliermaschine kommende Malz wird entweder in Malzsilos aufgespeichert und

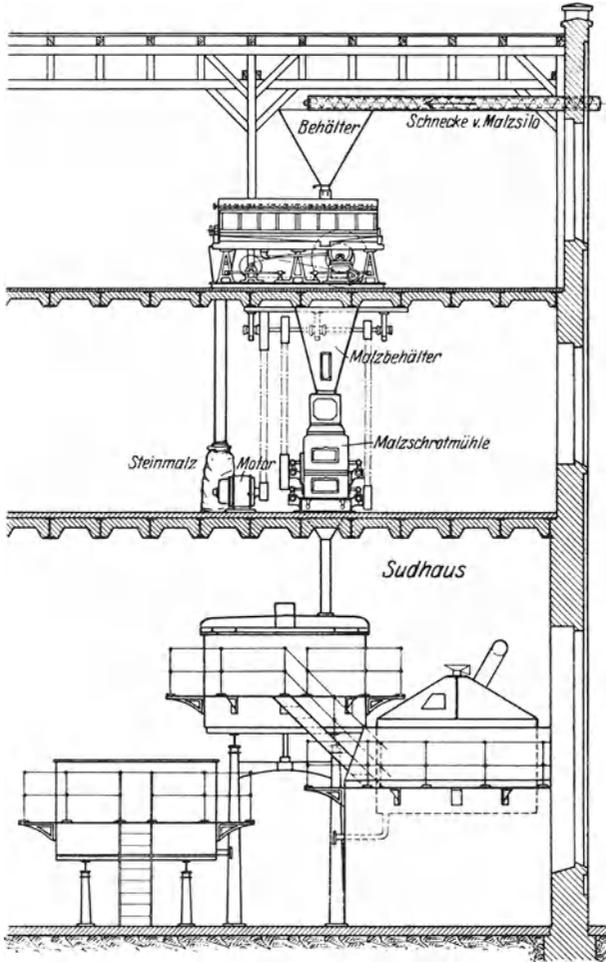


Abb. 55. Malzputzerei und Sudhaus. (F. H. Schule G. m. b. H., Hamburg.)

wird erst kurz vor dem Verbrauch mit dem Tischausleser weitergereinigt, oder aber es wird sofort nach dem Polieren mit dem Tischausleser gereinigt und dann aufgespeichert. Abb. 55 zeigt die erste Anordnung. Das Malz kommt vom Malzsilo mittels einer Transportschnecke in den Tischausleser „Aschenbrödel“ der Firma F. H. Schule G. m. b. H., Hamburg, das gereinigte Malz läuft sofort in die Malz-

schrotmühle, während das Steinmalz in Säcken gesammelt wird. Da die Anzahl der Ausbleiber oft ganz bedeutend ist, kann man mit dem „Aschenbrödel“ einen Anstieg der diastatischen Kraft bis zu 10 oder gar 15 % erreichen. Will man hochdiastatische Extrakte erzeugen, so ist die Anwendung eines Tischauslesers dringend zu empfehlen.

Der Ausputz beträgt bei normal gekeimtem Malz etwa 3—4 %. Die abfallenden Keime sind für die Extraktbereitung wertlos. Ihre Anwendung wird in Kapitel VI näher besprochen, sie müssen aber vor einer weiteren Anwendung gereinigt werden. Der feine Staub, Sand usw. wird am zweckmäßigsten in einem Plansichter entfernt. Der feine Staub und Sand fällt durch das Sieb, während die Keime über das Sieb gleiten. Eine Aspiration vergrößert noch die Wirkung der Siebreinigung.

## H. Die Betriebsanordnung der Mälzerei.

Die Funktion einer Mälzerei ist nur dann rationell, wenn die Größen der einzelnen Apparaturen genau aufeinander abgestimmt sind. Wenn dies nicht der Fall ist, so treten Stockungen auf, oder aber es bleibt ein Teil der Apparatur unausgenutzt.

Wenn wir die Malz-Tagesproduktion auf Gerste umgerechnet mit  $G$ , die Fassung der Weichen mit  $g_w$  und die Anzahl der Weichen mit  $n_w$  bezeichnen, so besteht folgender Zusammenhang:

$$G = n_w g_w \quad \text{oder} \quad n_w = \frac{G}{g_w}.$$

Da aber diese Gerstenmenge täglich eingeweicht werden muß und die Weichdauer mehr als 24 Stunden gewöhnlich  $3 \times 24$ , im allgemeinen  $24 w$  Stunden ist, wird die Anzahl der Quellstöcke für

$$n_w = \frac{Gw}{g_w}$$

berechnet. Die Größen  $n_w$  und  $g_w$  können nach freier Erwägung gewählt werden. Es ist im Prinzip besser, größere Quellstockeinheiten zu wählen, doch wird man stets daran denken müssen, daß bei einer etwaigen Betriebsreduktion die kleineren Einheiten sehr zustatten kommen können. Werden z. B. täglich höchstens 10000 kg Gerste eingeweicht, so kann man einen Quellstock mit 25000 l Inhalt, 2 Quellstöcke mit je 12500 oder 4 Quellstöcke mit je ca. 6000 l wählen, da auf 100 kg Gerste 250 l Quellstockinhalt gerechnet werden. Der Praktiker wählt zumeist 2 Quellstöcke, und nur wenn zu große Schwankungen im Betrieb vorherrschen, wird man sich entschließen, 4 oder vielleicht 3 Quellstöcke zu gebrauchen. Da das Weichen 3 Tage dauert, benötigt man  $3 \times 2$ ,  $3 \times 4$  oder  $3 \times 3$  Weichen. Außer diesen muß stets ein Reservequellstock für den Fall von Reparaturen oder sonstigen Störungen vorhanden sein.

Wird auf der Tenne gekeimt, so erfordert die Tagesproduktion eine Fläche von

$$f_t = 6G,$$

wenn für 100 kg 6 m<sup>2</sup> Tennenfläche gerechnet werden und  $G$  in 100 kg ausgedrückt ist. Da aber die Keimdauer  $k$  ist, so ist die erforderliche gesamte Tennenfläche

$$F_t = 6kG.$$

Bei der Kastenmälzerei gestalten sich die Verhältnisse wie folgt: Wenn 100 kg Gerste 0,5 m<sup>2</sup> Kastenfläche erfordern und  $g_k$  die Fassung,  $f_k$  die Fläche eines Kastens ist, so ist die Gleichung

$$f_k = 0,5g_k$$

gültig. Die Kastenzahl ergibt sich aus

$$n_k = \frac{kG}{g_k}.$$

Die gesamte Kastenfläche ist also

$$F_k = n_k f_k = 0,5kG.$$

$g_k$  und  $n_k$  lassen sich frei wählen, wobei dieselben Erwägungen gültig sind, wie bei der Wahl der Quellstöcke. Die Verhältnisse der Trommel-mälzerei sind ganz dieselben.

Die Darre erhält täglich eine  $G$  Gerstenmenge entsprechende Malzmenge. Eine normale Zweihordendarre leistet auf 1 m<sup>2</sup> eine 50—62 kg Gerste entsprechende Menge Darrmalz, bei künstlichem Zug 90—110 kg. Bezeichnen wir die Leistung der Darre mit  $d_2$  für 1 m<sup>2</sup>, so ist die Darrenfläche

$$f_d = \frac{G}{d_2},$$

2 × 12 Stunden Darrzeit und ununterbrochenen Betrieb vorausgesetzt. Ist die Darrzeit 2 × 24 Stunden, so ist

$$f_d = \frac{2G}{d_2}.$$

Eine jede Horde ist dabei:  $\frac{f_d}{2}$  m<sup>2</sup> groß. Das fertige Grünmalz wird bei einer Darrzeit von 2 × 12 Stunden nur zur Hälfte auf die Darre gezogen, die andere Hälfte folgt erst 12 Stunden später und wird inzwischen auf dem Schwelkboden gelassen. Bei 2 × 24 Stunden wird immer die Gesamtmenge aufgezogen.

Die Dreihordendarre leistet auf den Quadratmeter die 112—138 kg Gerste entsprechende Malzmenge oder im allgemeinen  $d_3$  kg Gerste. Die Darrdauer ist 3 × 12 Stunden, so daß die täglich eingeweichte Gerste in 1,5 Tagen gedarrt wird. Um täglich die erforderliche Menge zu er-

halten, wird alle 12 Stunden die Hälfte der Tagesleistung  $G$  auf die Darre gezogen, die andere Hälfte läßt man inzwischen schwelken. Die Darrenfläche ist:  $f_d = \frac{3G}{2d_3}$ .

Beispiel: Es sollen täglich ungefähr 10000 kg Malz erzeugt werden. Zeitweise wird mit einer Verminderung der Produktion auf 5000 kg Malz gerechnet werden müssen. Diese Malzmenge entspricht ungefähr einer Gerstenschüttung von 12500 kg täglich. Die Anzahl der Quellstöcke wählt man zweckmäßig zu 2 für je ca. 6000 kg Gerste = je 15000 l. Da die Quelledauer ca. 3 Tage ausmacht, sind 6 und mit einem Reservequellstock dazu gerechnet insgesamt 7 Quellstöcke erforderlich. Wird 8 Tage lang gekeimt, so ist die erforderliche Tennenfläche

$$F_t = 6 \times 8 \times 125 = 6000 \text{ m}^2!$$

Da aber oft mit einer bis 11 Tagen verlängerten Keimzeit zu rechnen ist, nimmt man die Tennenfläche für

$$F_t = 6 \times 11 \times 125 = 8250 \text{ m}^2!$$

Wird in Kästen gekeimt, so ist die erforderliche Kastenfläche

$$F_k = 0,5 \times 8 \times 125 = 500 \text{ m}^2 \quad \text{oder} \quad F_k = 0,5 \times 11 \times 125 = 820 \text{ m}^2!$$

Wählen wir die Kastenzahl  $2 \times 8$  oder  $2 \times 11$ , so ist die Fassung eines jeden Kastens

$$g_k = \frac{kG}{n_k} = \frac{8 \times 125}{16} = \frac{11 \times 125}{22} = 62,5 \text{ dz}$$

und die Fläche eines Kastens

$$f_k = 0,5 \times 62,5 = 31,25 \text{ m}^2.$$

Wird in Trommeln gemälzt, so wählt man für die Tagesleistung 2 Trommeln zu je 6000 kg Gerste und insgesamt  $8 \times 2 = 16$  oder  $11 \times 2 = 22$  Trommeln.

Man kann auch für die Tagesleistung eine Zweihaufentrommel zu je 6000 kg Haufen wählen, so daß insgesamt 8 bzw. 11 Trommeln erforderlich sind.

Haben wir eine Zweihordendarre, welche auf den Quadratmeter 60 kg Gerste leistet, so muß bei einer Darrezeit von  $2 \times 12$  Stunden die Darrenfläche

$$f_d = \frac{12500}{60} = 208,33 \text{ m}^2,$$

sein. Bei  $2 \times 24$  Stunden ist die Fläche das Doppelte

$$f_d = 416,66 \text{ m}^2.$$

Eine jede Horde hat  $\frac{208}{2} = 104 \text{ m}^2$  bzw.  $\frac{416}{2} = 208 \text{ m}^2$  Oberfläche.

Leistet eine Dreihordendarre 120 kg Gerste auf 1 m<sup>2</sup>, so ist die Darrfläche

$$f_a = \frac{3 \times 12500}{2 \times 120} = 156,25 \text{ m}^2.$$

Eine jede Horde hat dementsprechend 52 m<sup>2</sup> Oberfläche. Arbeitet man mit Darrtrommeln, so wählt man zweckmäßig zwei Trocken- und zwei Darrtrommeln mit je ca. 6000 kg Gerstenschüttung.

Die Anordnung der Apparatur selbst erfolgt nach folgenden Prinzipien. Abb. 8, 9 und 10 stellen vollständige Mälzereien dar, welche die Anordnung genau sehen lassen. Abb. 8 ist eine Mälzereinlage der A.-G. vorm. Skodawerke in Pilsen, Prag-Smichov. Die Gerste kommt am rechtseitigen Eingang angefahren und wird in den Rumpf *A* gefüllt. Die angefahrenen Waggons werden in gefültem und entleertem Zustande abgewogen. Der Elevator *B* fördert die Gerste in die Putzerei *C—H*: *C* automatische Waage und Magnetapparat, *D* Entgranner, *E* Aspirator und Siebwerk, *F* Schlauchfilter, *G* Trieur und Sortiersieb, *H* Rumpf; bei *a* wird die absortierte Gerste gesammelt und in Säcke gefüllt. Die Putzerei ist also derart angeordnet, daß die Gerste von oben nach unten fällt und inzwischen nicht mehr gehoben zu werden braucht. Die geputzte Gerste wird von Schnecke *K* zum Elevator *L* und von hier über Schnecke *M* auf den Gerstenboden *N* gefördert. Zur Weiche wird die Gerste durch die Bodenöffnungen zur Schnecke *O* heruntergelassen, welche sie über Elevator *L* und Schnecke *P* zur automatischen Wage *Q* und Gerstenrumpf *R* fördert; von hier wird die Gerste dann auf die Quellstöcke *S* verteilt. Von den Quellstöcken wird das Keimgut durch die Leitung *T* in die Trommeln *U* gefüllt. Die Luft wird im Kühlturm *IV* abgekühlt und durch die Leitung *V* mit Hilfe des Ventilator *VII* in die Trommel gesaugt. Die Abluft zieht durch Leitung *VI* ab. Die Trommeln sind einzeln in einen geschlossenen Raum eingebaut und dienen gleichzeitig zum Darren. Die Luft wird im Calorifer *VIII* erhitzt und vom Exhaustor *IX* durch Leitung *X* in die Trommeln *U* gedrückt. Ventilator *XI* saugt die Abluft, *XII* ist eine Keimkammer. Die Keim- und Darrtrommeln sind also ganz unten angeordnet, während die Quellstöcke höher gelegen sind. Das Darrmalz wird über die Rumpfe *V* von Schnecke *W* und Elevator *X* und Schnecke *Y* dem Entkeimer *Z* und der Poliermaschine *I* zugeführt und gelangt über Elevator *L* und Schnecke *M* in das Malzsilo *II*. Auf Abb. 9 ist eine Tennenmälzerei in Ausführung von J. A. Topf & Söhne, Erfurt, abgebildet. Es befinden sich hier zwei Tennen übereinander, darüber ist der Gerstenboden, sodann der Malzboden und der Schwelkboden. Die Anlage ist mit pneumatischer Förderung versehen. Das Darren erfolgt auf einer Zweihordendarre. Abb. 10 ist eine pneumatische Mälzerei der A.-G. vorm. Skodawerke, nur ist diese mit einer pneumatischen Förderanlage und

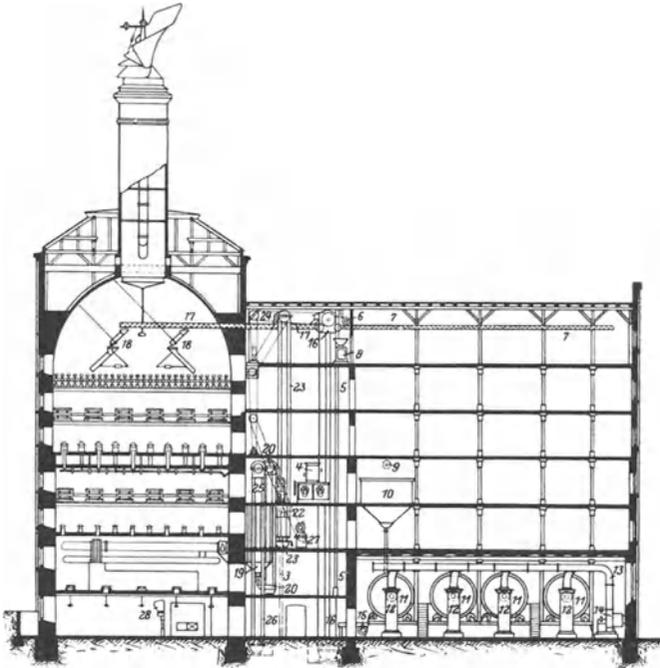


Abb. 56 a.

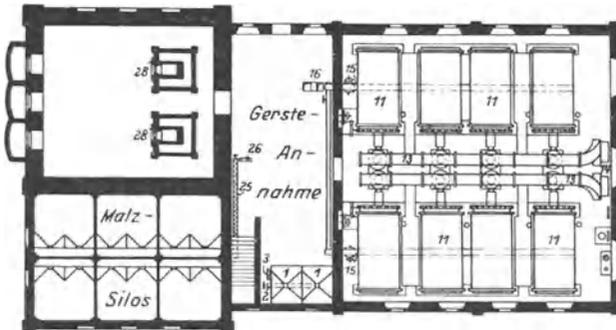


Abb. 56 b.

Abb. 56 a und b. Pneumatische Trommelmälzerei mit Dreihordendarre. (J. A. Topf & Söhne, Erfurt.)

- |                       |                                 |                             |
|-----------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| 1 Gersterumpf.        | 11 Patentkeimtrommeln.          | 20 Malzelevator.            |
| 2 Gersteschncke.      | 12 Kühltürme.                   | 21 Malzputzmaschine.        |
| 3 Gerstelevator.      | 13 Luftleitung.                 | 22 Automatische Waage.      |
| 4 Gersteputzmaschine. | 14 Ventilator.                  | 23 Malzelevator.            |
| 5 Gerstelevator.      | 15 Schüttelrinne.               | 24 Malzschncke.             |
| 6 Gersteschncke.      | 16 Grünmalzelevator.            | 25 Malzschncke.             |
| 7 Gersteschncke.      | 17 Grünmalzschncke.             | 26 Malzelevator.            |
| 8 Automatische Waage. | 18 Grünmalzverteilungstrichter. | 27 Malzpoliermaschine.      |
| 9 Gersteschncke.      | 19 Malzausstoßkasten.           | 28 Rostbesicker „Katapult“. |
| 10 Quellstock.        |                                 |                             |

einer Dreihordendarre ausgerüstet. Die ganze Anlage besteht aus drei Teilen. In der Mitte ist die Gerstenannahme und Putzerei; im obersten Stockwerk ist die pneumatische Förderanlage untergebracht. Im rechten Flügel sind die Gersten und Malzböden, die Quellstöcke und unten die Keimtrommeln. Von den Trommeln wird das Grünmalz mittels einer Schüttelrinne einem Rumpf zugeführt und erst von hier pneumatisch auf die Darre gefördert. Abb. 28 stellt eine Kastenmälzerei der Firma Strauch & Schmidt, Neisse-Neuland, dar. Die Gerste beschreibt folgenden Weg: 1. Gerstenanfuhr, 2. Elevator mit Rumpf, 3. automatische Waage, 4. Putzmaschine, 5. Transportschnecke, 7. Gerstensilo und 8. Gerstenboden, 9. Quellstock, 10. Keimkästen (10 Stck.), 11. Kühlturm, 12. Ventilator. Abb. 51 ist eine Freundsche Keimanlage mit Keimtrommeln und Trommeldarren. Im oberen Teil sind die Gersten und Malzböden. Weiter unten sind 2 Weichen und darunter 4 Trommeln. Rechts sind die Trommeldarren, wie im Zusammenhang mit Abb. 50 beschrieben wurde. Die Trocken- und Darrtrommeln sind untereinander angeordnet. Die gegenseitige Anordnung ist auch auf Abb. 50 zu sehen. Abb. 56 ist eine pneumatische Trommel-mälzerei mit einer Dreihordendarre der Firma J. A. Topf & Söhne, Erfurt. Die Arbeitsweise der Anlage ergibt sich aus der Beschriftung der Abbildung.

Das Grundprinzip der Anordnung ist, daß das Malz mit möglichst geringer Kraft transportiert werden soll, d. h. die aufeinanderfolgenden Arbeitsphasen sollen möglichst untereinander erfolgen.

### III. Das Maischen.

Der Zweck des Maischens ist, den Extraktgehalt des Malzes auf enzymatischem Wege in Lösung zu bringen. Als Endprodukt erhält man die Würze, welche dann verdampft oder getrocknet wird. Das Malz enthält die erforderlichen Enzyme, und es müssen nur die geeignetsten Bedingungen festgestellt werden, um es zu „verzuckern“. Über den Abbau und über die enzymatischen Vorgänge findet man auf S. 7—45 Ausführliches. Um das Maischen erfolgreich durchführen zu können, muß der Rohstoff, also das Malz entsprechend vorbereitet werden. Das Vorbereiten besteht im Zerkleinern, und zwar wenn Grünmalz aufgearbeitet wird, so wird es zerquetscht oder zermahlen, gelangt Darrmalz zur Anwendung, so ist ein Schroten erforderlich. Das Mahlen ist eine wichtige Aufgabe, da seine Güte die praktische Extraktausbeute bestimmt. Das Grünmalz allein läßt sich nur schwer aufarbeiten, da das Abläutern etwas schwierig ist, gewöhnlich setzt man dem Grünmalz etwas Darrmalz zu. Werden zur Extraktbereitung auch Zusatzstoffe gebraucht, so müssen diese ebenfalls vorbereitet werden. Die Stärke-

substanzen, Mais, Buchweizen usw. müssen durch Dämpfung unter Druck aufgeschlossen werden, um sie der enzymatischen Einwirkung leichter zugänglich zu machen. Die fertigverzuckerte Maische muß abgeläutert werden. Das Läutern ist im Wesen eine Filtration, durch welche die unlöslichen Bestandteile (die Treber) vom löslichen Extrakt getrennt werden. Die Extraktbereitung besteht also aus folgenden Phasen: 1. Schroten oder Quetschen, 2. Dämpfen, 3. Maischen und Abläutern. Alle 3 Phasen sind äußerst wichtig und müssen sorgfältigst der vorliegenden Malzqualität und dem angestrebten Zweck angepaßt werden.

## A. Das Quetschen und Schroten.

Das Zerkleinern (Quetschen, Schroten) des Malzes hat auf die Qualität des Malzes keinen Einfluß, es ist ein rein mechanischer Vorgang und ist doch am besten geeignet, den Mehlkörper für die Einwirkung der Enzyme aufzuschließen. Das Zerkleinern hat also eine große Bedeutung und ist für die Extraktausbeute ausschlaggebend.

Das Grünmalz wird entweder zwischen glatten Stahlwalzen zu einer breiigen Masse zerquetscht oder es wird zwischen Mahlscheiben mit oder ohne Zufluß von Wasser fein zermahlen.

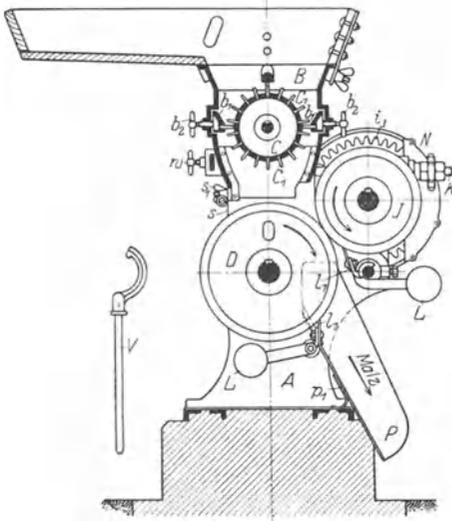
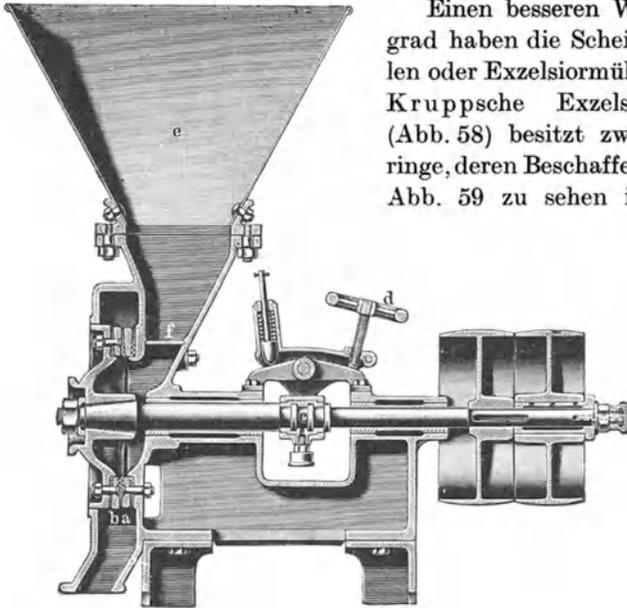


Abb. 57. Grünmalzquetsche. (E. Kletzsch, Coswig i. Sa.)

Die Malzquetsche (Abb. 57) E. Kletzsch, Coswig i. Sa., besteht aus 2 glatten Stahlwalzen, welche gegeneinander elastisch gelagert sind, um bei evtl. festen Verunreinigungen ausweichen zu können. Die Walzen haben einen verschiedenen Durchmesser und auch ihre Tourenzahl ist nicht dieselbe. Dadurch erreicht man, daß das Malz nicht nur zerquetscht, sondern auch zerrissen wird. Die Quetsche hat eine Speisevorrichtung; über dem glatten Walzenpaar ist eine mit Stiften versehene Zuführungswalze, welche zusammen mit dem am

Gehäuse angebrachten Stiften auch eine Vorzerkleinerung der Malzklumpen besorgt. Die Walze ergreift das im Fülltrichter befindliche Malz und liefert es den Quetschwalzen zu. Das gequetschte Malz muß

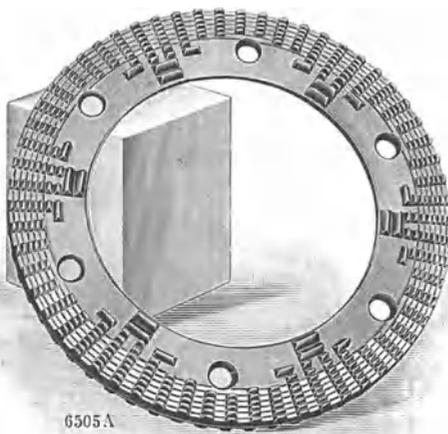
ein absolut feines, wolliges oder breiiges Produkt bilden, in welchem ganze oder nur halb zerquetschte Körner nicht vorhanden sein dürfen.



Einen besseren Wirkungsgrad haben die Scheibenmühlen oder Exzelsiormühlen. Die Kruppsche Exzelsiormühle (Abb. 58) besitzt zwei Mahlringe, deren Beschaffenheit auf Abb. 59 zu sehen ist. Auf

Abb. 58. Exzelsiormühle. (Krupp-Gruson-Werk, Magdeburg-Buckau.)

ihrer Mahlfläche erheben sich Zähne von dreieckigem Querschnitt in mehreren gleichachsigen Kreisen, die in gleichmäßigen Abständen von strahlenförmigen Gassen unterbrochen werden. Ein Mahlring



steht fest, der andere dreht sich um die Achse. Die Zähne des umlaufenden Mahlrings greifen in die Lücken des festen ein und umgekehrt. Das Mahlgut wird von den Zähnen zwischen die Scheiben gezogen. Das Einziehen wird dadurch erleichtert, daß die Mahlringe nach innen zu allmählich schwächer und die Zähne entsprechend höher und stärker und an Zahl geringer ausgebildet sind. Die Mahlfineinheit wird durch Einstellen des Abstandes

Abb. 59. Mahlscheibe einer Exzelsiormühle. (Krupp-Gruson-Werk, Magdeburg-Buckau.)

zwischen den beiden Mahlringen verändert. Das Einstellen erfolgt mittels eines Handrades, welches an einem Mahlring angeordnet ist. Die Exzelsiormühle zerquetscht das Grünmalz und zerkleinert, zerreißt es auch vollkommen, was die gewöhnliche Malzquetsche nur unvollkommen leistet. Die Exzelsiormühle eignet sich auch zum nassen Vermahlen des Grünmalzes. Das nasse Vermahlen kommt nur für spezielle Maischverfahren in Betracht. In diesem Falle erfolgt das Vermahlen unter stetem Wasserzufluß. Die Naßmühlen enthalten oft auch horizontale Steingänge, jedoch sind diese schwer zu reinigen. Eine vollkommene Naßvermahlung ist die von der Firma C. G. Bohm, Fredersdorf, eingeführte Malzmilchbereitung. Im Prinzip ist der Malzmilchapparat eine der Exzelsiormühle ähnliche Mühle. Das Malz wird in einem Reservoir mit Wasser vermischt und läuft durch die Mahlscheiben. Die Mühle entfaltet gleichzeitig eine Pumpwirkung und pumpt das gemahlene Gemisch in das Reservoir zurück. Das Gemisch wird so lange im Kreislauf umgepumpt, bis das Malz in eine feine Milch umgewandelt ist.

Das Schroten des Darrmalzes ist eine viel schwierigere Aufgabe. Das erzeugte Schrot muß ganz bestimmte Eigenschaften besitzen, um den verschiedenen Maisch- bzw. Abläuterverfahren entsprechen zu können. Wird mit Läuterbottich gearbeitet, so bilden die rückständigen Treber die filtrierende Schicht. Die Treber bestehen in ihrer Hauptmenge aus den Spelzen. Um ein gutes Abläutern zu bekommen, müssen die Spelzen womöglichst ganz oder wenigstens in großen Stücken erhalten bleiben. Demgegenüber soll der Mehlkörper völlig gleichmäßig und so weit fein, als es der Läuterboden erlaubt, geschroten sein. Viel Mehl ist nicht erwünscht, da das Mehl vom Wasser schwer benetzt wird und nebenbei die Oberflächenspannung der Würze stark vermindert, wodurch der Angriff der Enzyme stark verlangsamt wird. Für Läuterböden sind also möglichst unversehrte Spelzen, wenig Mehl und gleichmäßig geschroteter Mehlkörper erforderlich. Arbeitet man mit Filterpressen, Maischfilter, so müssen auch die Spelzen vermahlen werden und die Schrotung muß bis Feingrieß erfolgen, Mehl ist ebenfalls nur wenig erwünscht. Ebenso ist es, wenn man mit Zentrifugen arbeitet.

Für das Schroten werden heute nur Walzenmühlen gebraucht. Sonstige Mahlapparate, wie Exzelsiormühlen, Desintegratoren usw. sind überhaupt nicht geeignet, da sie einerseits auch die Spelzen vermahlen, andererseits entsteht sehr viel Mehl.

Walzenmühlen mit einem Walzenpaar sind zum Schroten nicht geeignet, ob nun die Walzen glatt oder geriffelt sind. Die glatte Walze quetscht das Malzkorn auf, der Mehlkörper zerteilt sich nach den mechanischen Eigenschaften in mehrere Teile. Der Mehlkörper ist nicht gleichmäßig, es sind mürbere und härtere Teile darin. Die mürben Teile verwandeln sich leicht in Mehl und da zum Vermahlen nur ein geringer

Druck erforderlich ist, bleiben die anhaftenden Spelzen erhalten. Die härteren Teile werden nicht so stark vermahlen, es entsteht ein Grobschrot und da der Widerstand ganz bedeutend ist, werden die Spelzen stark zertrümmert. Es entsteht also ein ganz unerwünschtes Gemisch: stark zertrümmerte Spelzen, viel Mehl, ungleiche Schrotung. Die Schrotung wird durch die Entfernung der Walzen geregelt, aber mit 2 Walzen läßt sich nichts Gutes erreichen. Stehen die Walzen voneinander zu weit ab, so ist die Schrotung sehr grob, nähert man die Walzen, so entsteht zu viel Mehl. Sind die Walzen geriffelt, so müssen sie sich, um ihren Zweck zu entsprechen, mit verschiedener Geschwindigkeit bewegen, wodurch das Malz nicht aufgequetscht, sondern von den Riffelkanten zerrissen wird. Die Spelzen werden also vollkommen zertrümmert. Für Grobschrot, also für Läuterboden sind die Riffelwalzen nicht geeignet, leisten aber gute Dienste bei Feinschrotmühlen für Maischebetrieb, da hier auch die Spelzen vermahlen werden müssen.

Gutes Malzschrot läßt sich nur mit Mehrwalzenmühlen erzeugen, weshalb Zweiwalzenmühlen heute nicht mehr gebräuchlich sind. Etwas vollkommener arbeitet die Vierwalzenschrotmühle. Zwischen den Walzenpaaren ist ein Siebwerk angeordnet, das die Aufgabe hat, das grobe Schrot des ersten Walzenpaares in Grieß und Spelzen zu trennen. Bei mürbem Malz bleibt ein Teil des Mehlkörpers an den Spelzen haften, während der Mehlkörper weitgehend zertrümmert wird. Die erhaltenen Grieße sollen also nicht nochmals vermahlen werden, demgegenüber läßt man die Spelzen durch das zweite Walzenpaar laufen, wobei weitere Grießmengen erhalten werden. Da der Grieß nur einmal vermahlen wird, ist die Mehlbildung zurückgedrängt. Bei hartem Malz liefert der Mehlkörper groben Grieß und die Spelzen sind leerer als bei mürbem Malz. In diesem Falle ist es zweckmäßiger, den Grieß nachzumahlen. Für diesen Zweck ist am Siebwerk eine Umschaltvorrichtung angebracht. Die Vierwalzen-Malzschrotmühlen werden zumeist nur in kleineren Betrieben angewendet, besonders da die Schrotung noch immer nicht tadellos ist.

Die Sechswalzen-Malzschrotmühle liefert die gleichmäßigste Schrotung. Die Arbeitsweise dieser Mühle erklärt sich aus Abb. 60 welche, die Anordnung der Universalsechswalzen-Malzschrotmühle der Amme-Luther-Werke, Braunschweig, „Miag“ Mühlenbau und Industrie A.-G. darstellt. Auf dem ersten Walzenpaare  $a-a$  wird das Malz grob vorgebrochen und fällt auf die obere Siebfläche  $b_1$  des Schüttelkastens  $b$ . Mehl und Grieß fallen auf die untere Siebfläche  $b_2$ , während die Spelzen über  $b_1$  hinweggleiten und auf das zweite Walzenpaar  $c-c$  gelangen. Die Siebfläche  $b_2$  trennt das Mehl-Grieß-Gemisch, das Mehl fällt auf Fläche  $b_3$ , gleitet in die Rinne  $d_3$  und wird hier abgestoßen. Der Grieß gleitet über  $b_2$  hinweg und fällt auf die

untere Siebfläche  $d_2$  des Siebkastens  $d$ . Das Schrot vom zweiten Walzenpaar  $c-c$  fällt auf Siebfläche  $d_1$ , welche die Hülsen vom Mehl und Grieß absondert. Die Spelzen gleiten über  $d_1$  und werden am Ende abgestoßen. Mehl und Grieß fallen auf die untere Siebfläche  $d_2$ , welche das Mehl bzw. den feinen Grieß durchfallen läßt und sie über  $d_4$  abstößt. Der grobe Grieß gleitet über  $d_2$  und gelangt auf das dritte Walzenpaar  $e-e$ , wo er zu Feingrieß vermahlen wird. Die Mühle liefert also: 1. Feinmehl, 2. ausgemahlene Spelzen, 3. Feingrieß und Grießmehl. Die Zerteilung des Mahlproduktes in diese 3 Teile hat nur den Zweck, ein Schrot von gewünschten Eigenschaften zu erzeugen. Nach dem Vermahlen vermischen sich

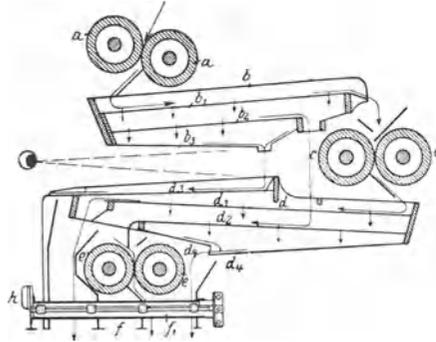


Abb. 60. Universal-Sechswalzen-Malzschrotmühle.  
 $a-a$  erstes Walzenpaar,  $b$  Siebkasten.  $c-c$  zweites  
 Walzenpaar.  $d$  Siebkasten.  $e-e$  drittes Walzenpaar.  
 (Amme-Luther-Werke, Braunschweig.)

die 3 Teile im Ablaufrumpf wieder und werden zusammen eingemaischt. Die Schrotfeinheit läßt sich durch Näherung der Walzen verändern. Die Zuführung des Malzes auf die ersten Walzen erfolgt durch eine tiefgeriffelte Verteilwalze und einen einstellbaren Rundschieber. Das Malz strömt in einem gleichmäßigen schleierartigen Strom den Arbeitswalzen zu, wodurch die gleichmäßige Schrotung gewährleistet wird. Die Walzen sind paarweise untereinander angeordnet.

Die Fünfwalzen-Malzschrotmühle ist die Vereinfachung der Sechswalzenmühle, leistet aber bezüglich der Schrotqualität dasselbe. Die Bauart und Arbeitsweise einer Fünfwalzenmühle der Amme-Luther-Werke wird durch Abb. 61 veranschaulicht. Die ersten 3 Walzen sind übereinandergestellt, die 4. und 5. Walze sind nebeneinander angeordnet. Es sind ebenso 3 Passagen 1—2, 2—3, 4—5 vorhanden wie bei der Sechswalzenmühle. Die Speisung der ersten Passage erfolgt in flachem Strom, wodurch der freie Fall und die zufällige Lage der Malzkörner beseitigt ist. Es ist durchaus wichtig, daß die Körner stets in derselben erwünschten Lage die erste Passage erreichen, denn dies trägt zur Erhöhung der Gleichmäßigkeit des Schrotetes bedeutend zu. Die erste Passage 1—2 besorgt den Vorbruch, das Spelzen-, Grieß- und Mehlgemisch gleitet über Fläche  $A$  auf Sieb I. Der Grobgrieß und das Mehl fallen auf Sieb II, während die Spelzen zur Passage 2—3 gleiten und hier nachgemahlen werden. Die Zuleitung erfolgt ebenfalls in flachem Strom, so daß ihre Ausmahlung in flacher Lage erfolgt, was wieder eine weitgehende Schonung bedeutet. Das Sieb II trennt das Mehl, sog. erstes Mehl, von dem Grobgrieß; das Mehl wird abgestoßen, während der Grobgrieß der

dritten Passage 4—5 zuläuft und zu Feingrieß gemahlen wird. Das von Passage 2—3 ablaufende Schrot fällt auf das Sieb III, welches die Spelzen zurückhält, vom abfallenden Gemisch werden auf Sieb IV noch weitere Spelzenmengen zurückgehalten. Sieb V sondert Grobgrieß ab, welcher zur Passage 4—5 geleitet wird und zusammen mit dem Grobgrieß vom Sieb II zu Feingrieß vermahlen wird. Das Mehl fällt auch durch Sieb V und wird als zweites Mehl abgestoßen. Es werden 4 Produkte gewonnen: 1. Spelzen, 2. erstes Mehl, 3. Feingrieß, 4. zweites Mehl. Die Produkte mischen sich im Abfallrumpf wieder. Die Fünfwalzenmühle erzeugt keinen groben, sondern nur feinen Grieß, doch sind die Spelzen gut erhalten und Mehl ist nur in geringen Mengen vorhanden.

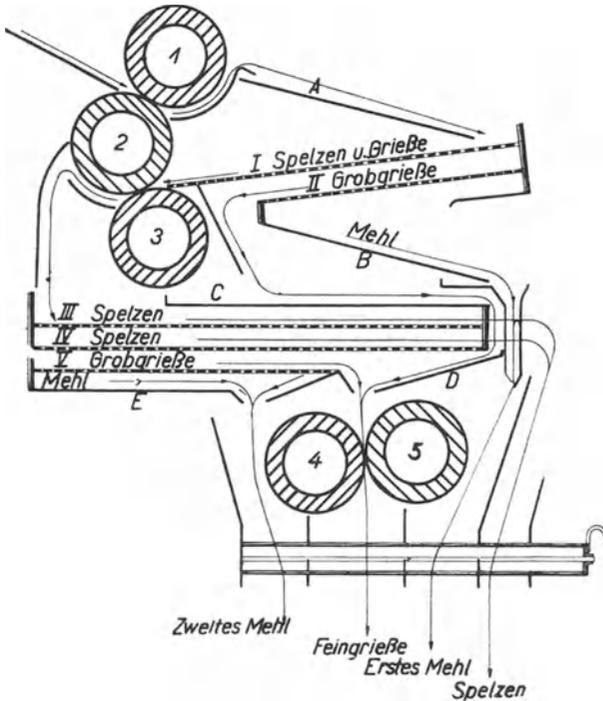


Abb. 61. Fünfwalzen-Malzschrotmühle. 1—2 erster, 2—3 zweiter, 4—5 dritter Mahlgang. (Amme-Luther-Werke, Braunschweig.)

Das Mehl fällt auch durch Sieb V und wird als zweites Mehl abgestoßen. Es werden 4 Produkte gewonnen: 1. Spelzen, 2. erstes Mehl, 3. Feingrieß, 4. zweites Mehl. Die Produkte mischen sich im Abfallrumpf wieder. Die Fünfwalzenmühle erzeugt keinen groben, sondern nur feinen Grieß, doch sind die Spelzen gut erhalten und Mehl ist nur in geringen Mengen vorhanden.

Die vollkommen arbeitenden Fünf- und Sechswalzenmühlen sind nur für größere Betriebe geeignet. Die kleineren und mittleren Betriebe können sich derart kostspielige Mühlen nicht anschaffen, so daß diese früher kein geeignetes Schrot erzeugen konnten. Dies ist aber mit bedeutenden Extrakverlusten gleichbedeutend. Die Dreiwalzenmalzmühle der Amme-Luther-Werke (Seck) erlaubt auch für kleinere Betriebe, ein tadelloses Malzschat zu gewinnen. Diese Dreiwalzenmühle ist eine Spezialkonstruktion, welche ein großspelziges, feingrießiges und mehlarmes Schrot erzeugt. Die Arbeitsweise dieser Mühle wird durch Abb. 62 erläutert. Die Speisung der ersten Passage erfolgt in flachem Strome wie bei der Fünfwalzenmühle. Das in der ersten Passage 1—2 gewonnene Gemisch wird auf Spelzen, Grieß und Mehl getrennt. Das Mehl wird abgestoßen, während die Spelzen und die Grieße getrennt nachgemahlen werden, und zwar in der zweiten Passage 2—3. Dies wird

Die Speisung der ersten Passage erfolgt in flachem Strome wie bei der Fünfwalzenmühle. Das in der ersten Passage 1—2 gewonnene Gemisch wird auf Spelzen, Grieß und Mehl getrennt. Das Mehl wird abgestoßen, während die Spelzen und die Grieße getrennt nachgemahlen werden, und zwar in der zweiten Passage 2—3. Dies wird

derart erreicht, daß die Grieße in die Mitte der zweiten Passage, die Spelzen dagegen auf beide Seiten der zweiten Passage geleitet werden. Die zweite Passage ist also gleichzeitig die dritte Passage. Die Mitte der zweiten und dritten Walze ist für die Grießvermahlung geriffelt, während die Endstellen für die Spelzen glatt sind. Außerdem ist die Grießpassage etwas enger als die Spelzenpassage. Diese Dreiwalzenmühle leistet also dasselbe, wie die Sechswalzenmühle und liefert auch dieselben Produkte. Diese Mühle wird entweder für Grobschrot (Läuterbottichbetrieb) oder für Feinschrot (Maischefilterbetrieb) konstruiert.

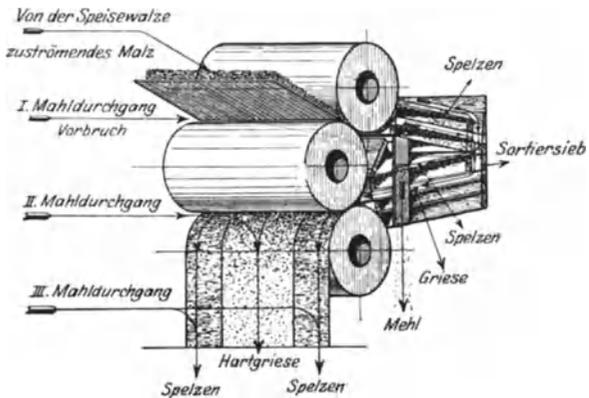


Abb. 62. Dreiwalzen-Malzschrotmühle.  
(Amme-Luther-Werke, Braunschweig.)

Der Mahlvorgang der Walzenmühle muß ständig kontrolliert werden. Da die verschiedenen Malzarten sich beim Schroten verschieden verhalten, muß die Mühle immer entsprechend eingestellt werden. Die Kontrolle der entnommenen Proben erfolgt mittels Siebsieben (s. Analytischer Teil, Kap. VII).

Der Kraftverbrauch und die Leistungsfähigkeit der Schrotmühlen hängt von der Schrotfeinheit und von der Mühlenkonstruktion ab. Die Secksche Dreiwalzenmühle verbraucht für 15 dz Grobschrot 2 PS, für 15 dz Feinschrot ca. 3,1 PS. Dieselbe Mühle leistet an Feinschrot ungefähr ein Drittel weniger als an Grobschrot. Die Vierwalzenmühle verbraucht bedeutend mehr Kraft: für 15 dz Grobschrot  $2\frac{1}{4}$  PS und für 15 dz Feinschrot 9 PS. Die Leistungsfähigkeit für Feinschrot ist bedeutend geringer, läßt sich aber durch stärkeren Antrieb verbessern.

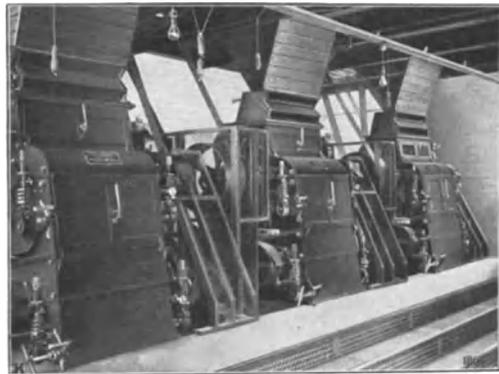


Abb. 63. Malzschrotmühlenanlage in Cork-Island.  
(Seck-Greffenius-Werk, Dresden-Frankfurt a. M.)

Die Fünfwalzenmühle verbraucht für 15 dz Grobschrot  $2-2\frac{1}{2}$  PS für 15 dz Feinschrot  $2\frac{1}{2}-3\frac{1}{2}$  PS. Die Leistung für Feinschrot ist um 20 % geringer. Die Sechswalzenmühle verbraucht für 15 dz Grobschrot 2,5 PS und für 15 dz Feinschrot 9 PS.



Abb. 64. Malzschrotreianlage der Görlitzer Aktien-Brauerei. (Seck-Greffenius-Werk, Dresden-Frankfurt a. M.)

Die Abb. 63—67 stellen einige Schrotmühlenanlagen des Seck-Greffenius-Werkes (Amme-Luther-Werke) in verschiedenen Ausführungen dar.

Diese besprochenen Malzmühlen schonen die Spelzen noch immer nicht genügend weitgehend. Beim ersten Angriff des Kornes im ersten Mahldurchgang wird das Korn aufgequetscht, wobei aber ein großer Teil der Körner zertrümmert wird, einem anderen Teil haftet noch viel Grieß an. Abb. 68 zeigt die Spelzen dieser Schrotung in anschaulicher Weise. Die Fehler dieses Vorbruches werden durch den Seck-schen Malzspaltapparat vermieden. Dieser Apparat spaltet die Malz-



Abb. 65. Malzschrotreianlage der Schultheiß-Patzenhofer-Brauerei, Berlin. (Seck-Greffenius-Werk, Dresden-Frankfurt a. M.)

körner der Länge nach in 2 Teile. Diese Spaltung ist von den mechanischen Eigenschaften des Mehlkörpers unabhängig, sämtliche Körner werden gleichförmig gespalten, so daß der Mehlkörper frei liegt und durch ganz geringen Druck von den Spelzen losgelöst werden kann. Die Schnittfläche der Spelzen ist glatt, nicht zerrissen, so daß sie dem Mahldruck besser widerstehen. Die Form der gespaltenen Körner ist in Abb. 69 deutlich zu sehen. Die Form der gemahlten Spelzen bleibt länglicher und sparriger, und dabei enthalten sie weniger, fast gar keinen Grieß (Abb. 70). Das Spalten hat also für das Läuter-

Die Abb. 63—67 stellen einige Schrotmühlenanlagen des Seck-Greffenius-Werkes (Amme-Luther-Werke) in verschiedenen Ausführungen dar.

Diese besprochenen Malzmühlen schonen die Spelzen noch immer nicht genügend weitgehend. Beim ersten Angriff des Kornes im ersten Mahldurchgang wird das Korn aufgequetscht, wobei aber ein großer Teil der Körner zertrümmert wird, einem anderen Teil haftet noch viel Grieß an. Abb. 68 zeigt die Spelzen dieser Schrotung in anschaulicher Weise. Die Fehler dieses Vorbruches werden durch den Seck-schen Malzspaltapparat vermieden. Dieser Apparat spaltet die Malz-

körner der Länge nach in 2 Teile. Diese Spaltung ist von den mechanischen Eigenschaften des Mehlkörpers unabhängig, sämtliche Körner werden gleichförmig gespalten, so daß der Mehlkörper frei liegt und durch ganz geringen Druck von den Spelzen losgelöst werden kann. Die Schnittfläche der Spelzen ist glatt, nicht zerrissen, so

bodenverfahren große Vorteile, da die Treber eine lockere Schicht bilden und dadurch das Abläutern erleichtern. Das Schroten wird gleichmäßiger, die Mehlbildung ist ganz klein und die Spelzen bleiben fast ganz erhalten. Letzten Endes wird die Extraktausbeute vergrößert. Der Spaltvorgang selbst läßt sich durch Abb. 71 veranschaulichen. Das Spalten erfolgt zwischen zwei geriffelten Walzen. Die Riffeln sind so gewählt, daß die Körner darin ihren Platz finden. Die beiden Walzen bewegen sich in gleichem Sinne, jedoch hat die obere Walze eine doppelte Geschwindigkeit. Abb. 71 zeigt, daß die Spaltung die Zurücklegung einer bestimmten Arbeitsstrecke  $A$  erfordert. Das Gelingen der glatten Spaltung erfordert praktische Erfahrungen über die Größe der Arbeitsstrecke  $A$  und damit im Zusammenhang über den Walzendurchmesser. Wichtig ist auch die Korndicke und die Teilung der Spalt-riffeln. Ist die Arbeitsstrecke zu lang, so wird das Korn zertrümmert. Die Größe der Arbeitsstrecke kann durch den Walzendurchmesser reguliert werden. Die Erfahrung hat zugunsten kleiner Walzendurchmesser entschieden, was übrigens auch theoretisch zu erwarten war. Das Spalten kann anstandslos nur dann erfolgen, wenn die Körner in der ent-



Abb. 66. Malzschroterei Patzenhofer, Berlin.  
(Seck-Greffenius-Werk, Dresden-Frankfurt a. M.)

sprechenden Lage zwischen die Spaltwalzen gelangen. Zu diesem Zwecke dient eine mit entsprechenden Rillen versehene Speisewalze (Abb. 72).

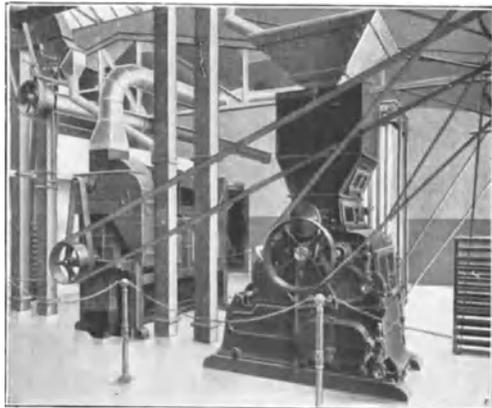


Abb. 67. Malzschrotereianlage der Brauerei Köstritz.  
(Seck-Greffenius-Werk, Dresden-Frankfurt a. M.)

Das Vorspalten des Malzes ist auch bei der Feinschrotereie sehr vorteilhaft. Die gespaltenen Körner strömen über eine schwachgewellte

Leitfläche dem ersten Mahlgang zu. Die Walzen sind für Feinschrot geriffelt, und zwar mit ihrer Längsachse senkrecht zu den Riffelwalzen,



Abb. 68. Spelzen aus Schrot ungespaltenen Malzes.

wodurch die Spelzen quergespalten werden und keine langen Spelzen-trümmer im Schrot bleiben.



Abb. 69. Gespaltene Malzkörner.



Abb. 70. Spelzen aus Schrot gespaltenen Malzes.

Die Spaltmaschine wird auf die Walzenmühle aufgebaut und, falls sich auch eine automatische Waage im Betrieb befindet, wird sie zwischen Schrotmühle und automatischer Waage als Zwischenstück untergebracht (Abb. 72).

Das aus der Schrotmühle ablaufende Malzschrot wird in Malzschrotkästen, welche aus Eisenblech angefertigt sind, aufgefangen und von hier in den Maischbottich abgelassen, wenn die erforderliche Menge fertiggeschrotet ist.

Werden außer Gerstenmalz noch andere Rohstoffe verwendet, so müssen diese ebenso zerkleinert werden. Im Prinzip wird Roggen-

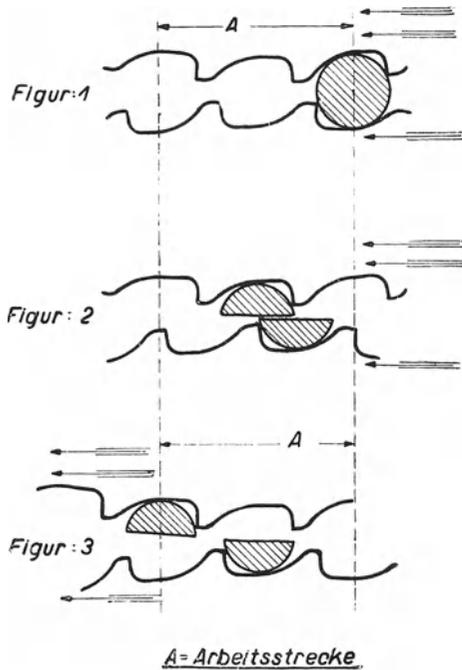


Abb. 71. Spaltvorgang des Seckschen Malzspaltapparates.

Weizen-, Hafer-, Maismalz usw. ebenso vermahlen wie das Gerstenmalz. Die spelzenlosen Getreidearten liefern natürlich keine gute Treberschicht, so daß ihre Aufarbeitung im Läuterbottichverfahren schwieriger ist. In der Praxis werden solche Malzarten allein fast nie aufgearbeitet, sie sind stets nur Zusätze. Die Preislage erlaubt ihre Anwendung nur in beschränktem Maße. Allein das Maismalz kann empfohlen werden, da dieses ein Extrakt mit besonders feinem Geschmack liefert. Mais kann auch in ungemälztem Zustand als Zusatz verwendet werden. In diesem Fall wird der Mais zerkleinert oder in ganzen Körnern durch Dämpfung aufgeschlossen. Ebenso werden sonstige Stärkesubstanzen, wie Kastanien, Manihotstärke, Buchweizen, durch Dämpfung oder einfaches Verkleistern aufgeschlossen.

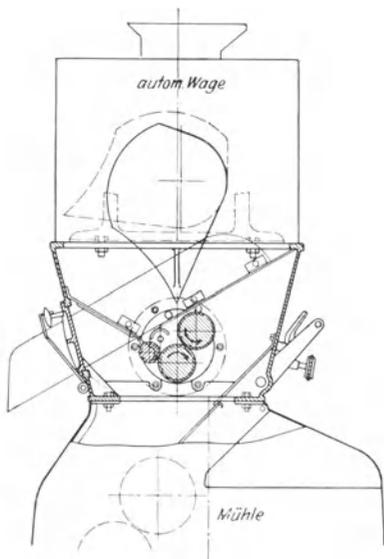


Abb. 72. Seckscher Malzspaltapparat. (Amme-Luther-Werke, Braunschweig.)

## B. Das Dämpfen.

Obwohl das Dämpfen ein wirksames Mittel zur Aufschließung der Rohstoffe ist, kommt es in der Extraktfabrikation nur selten zur Anwendung. Die Stoffe, welche gedämpft werden müssen, liefern keine Enzyme, so daß mittels Dämpfung nur enzymfreie Extrakte gewonnen werden können. Auch geschmacklich sind solche Extrakte nicht einwandfrei, da die bei der Dämpfung herrschenden hohen Temperaturen den Extrakten einen Koch- oder Brotgeschmack verleihen. Außerdem dienen diese enzymfreien Extrakte nur für Nährzwecke bzw. für die Erzeugung von Nährpräparaten, von welchen heute ein hoher Vitamingehalt gefordert wird. Die hohen Temperaturen zerstören aber die Vitamine gänzlich. Das Dämpfen gelangt also nur dann zur Anwendung, wenn minderwertige Extrakte erwünscht sind, was aber selten der Fall ist. Eben deshalb soll hier auf die Beschreibung des Dämpfens kein besonderes Gewicht gelegt werden; es soll vielmehr auf die einschlägige Fachliteratur hingewiesen werden. Kurz zusammengefaßt wird das Dämpfen wie folgt durchgeführt:

Die Rohstoffe, Mais, Reis usw. werden mit der  $1\frac{1}{2}$ —2fachen Wassermenge in Dämpfern unter Druck mit Dampf erhitzt. Der Dämpfer ist

eigentlich ein Autoklav, d. h. ein geschlossenes Gefäß, welches einem inneren Druck widersteht. Die Dämpfer sind in verschiedenen Ausführungen in der Praxis zur Anwendung gelangt. Die ältere Form ist der liegende Dämpfer, während die heute übliche Form der stehende Dämpfer ist, welcher eine konische oder konisch-zylindrische Form hat und zuerst von Henze eingeführt wurde und deshalb auch den Namen Henzedämpfer führt. Die Entleerung der Henzedämpfer ist bequem und leicht. Die Dämpfer besitzen ein Mannloch zum Einfüllen der Rohstoffe, ein Sicherheitsventil mit Manometer, mehrere Dampf einlaßstutzen, einen Ablaßhahn für das im Dämpfer sich ansammelnde Wasser (Fruchtwasser), ein Ventil zum Ablassen des gedämpften Rohstoffes. Wenn zerkleinerte Rohstoffe (Mehl oder Schrot) gedämpft werden, so muß auch ein Rührwerk vorhanden sein. Das Dämpfen erfolgt mit direktem Dampf, von dem das obenerwähnte Fruchtwasser herrührt. Die Größe der Dämpfer muß so bemessen werden, daß auf 100 kg Mais 400—450 l Dämpferinhalt entfallen. Der erforderliche Dampfdruck für Mais ist 4 Atm. Dieser Druck wird durch Einleiten von direktem Dampf erreicht. Um den ganzen Inhalt des Dämpfers der Einwirkung des Dampfes gleichmäßig auszusetzen, läßt man den Dampf bei 4 Atm. durch den Apparat strömen, wozu oben ein Ventil geöffnet wird. Wird grobgeschroteter Mais gedämpft, so kann der Dampfdruck etwas vermindert werden. Noch kleinerer Druck ist erforderlich, wenn Malzschrot oder sogar Maismehl gedämpft wird. Je nach der Feinheit des Schrotes kann ein Druck von 3, 2 oder  $1\frac{1}{2}$  Atm. genügen, für Mehl benötigt man überhaupt keinen Hochdruck mehr. Im Verlauf des Dämpfens wird in erster Linie die Stärke verkleistert und bei höherem Druck sogar verflüssigt. Dadurch werden die Zellen zersprengt. Die Struktur der Körner wird völlig zerstört, wodurch die Substanzen der Rohstoffe der Einwirkung der Enzyme leichter zugänglicher werden. Das Dämpfen soll also die beim Mälzen erreichbare Auflösung ersetzen. Der Hauptzweck des Dämpfens ist also die möglichst weitgehende Lockerung und Zertrümmerung der Körner bzw. ihrer Elemente.

Die gedämpften Rohstoffe werden durch Öffnen des unteren Ventils durch Dampfdruck abgeblasen, wobei die etwa noch vorhandenen Klumpen zerdrückt werden. Die Dämpfdauer muß immer praktisch festgestellt werden, indem man durch einen vorhandenen Probehahn eine kleinere Probe entnimmt und diese mit heißem Wasser verrührt, durch ein Sieb gießt und die rückständigen Hülsen mit heißem Wasser noch weiter auswäscht. Sind die Hülsen nicht vollkommen durchsichtig, so ist das Dämpfen noch nicht beendet. Die gedämpften Stoffe werden in den Maischbottich geleitet und hier mit Malz verzuckert.

## C. Das Maischen.

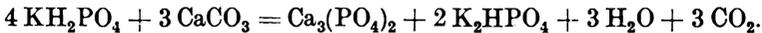
Wie bereits öfters erwähnt wurde, ist das Maischen ein rein enzymatischer Vorgang, welcher die Aufgabe hat, eine möglichst große Diastase- bzw. Extraktausbeute zu erzeugen. Die rein theoretischen Grundlagen des Maischens sind bereits auf S. 7—45 ausführlich besprochen worden. Neben diesen ist noch eine ganze Anzahl von Umständen in Betracht zu ziehen, welche in erster Linie mit der Beschaffenheit der Rohstoffe (also des Malzes), mit ihrer Vorbereitung und dann auch mit dem erwünschten Zweck in Zusammenhang stehen. Beim Maischen erscheint ein neuer, sehr wichtiger Rohstoff, welcher eigentlich nur ein unersetzbares Hilfsmittel ist: das Wasser. Ohne Wasser ist keine Extraktbereitung möglich und da das Wasser keine indifferente Substanz ist, hat es auf das Maischen einen bestimmten verändernden Einfluß. Um also in praktischem Sinne Maischen zu können, muß auch das Wasser näher bekannt sein.

### 1. Das Wasser.

Das natürliche Wasser ist keine reine chemische Substanz, es enthält je nach Herkunft eine ganze Reihe von anorganischen und organischen Substanzen. Das Wasser entspricht im allgemeinen den für Maischzwecke zu stellenden Anforderungen, wenn es für Trinkzwecke geeignet ist: es muß also frei sein von Bakterien und von organischen Substanzen, welche auf eine Infektion hinweisen und muß eine mittlere Härte besitzen.

Die ausschlaggebenden Bestandteile des Wassers sind die anorganischen. Das Wasser enthält gewöhnlich eine wechselnde Menge von Salzen, und zwar Sulfate, Carbonate bzw. Bicarbonate und Chloride der Alkalien Na und alkalischen Erden Ca, Mg. Die Menge dieser Salze wird als Abdampfrückstand des Wassers bestimmt. Als Mittelwert enthält das gewöhnliche Trinkwasser 50—60 g Salze, nicht selten findet man aber Wässer mit verschwindend kleinem (Flußwasser) und mit abnormal hohem (über 200 g) Rückstand. Die Salze des Calciums und des Magnesiums haben eine besondere Bedeutung, da diese die Härte des Wassers verursachen. Die Alkalien sind zumeist an Chlor und in geringem Maße an Sulfat gebunden, während das Calcium und das Magnesium als Sulfate und Bicarbonate vorhanden sind. Ein Wasser mit abnormaler Zusammensetzung kann auch Alkalicarbonate bzw. Bicarbonate oder Ca- und Mg-Chloride enthalten. Das Ca und Mg ist zumeist nur zum Teil in Bicarbonatform vorhanden und dieser Teil verursacht die vorübergehende oder Carbonathärte, während der andere Teil des Ca und des Mg die bleibende Härte hervorruft. Die ganze Ca- und Mg-Menge ruft die Gesamthärte hervor. Die Härte des Wassers wird in Graden aus-

gedrückt, und zwar entspricht 1 deutscher Härtegrad einem Gehalt an 1 g CaO bzw. 0,75 g MgO im Liter Wasser. Der Härtegrad wird also aus dem CaO- und MgO-Gehalt berechnet, indem man den MgO-Gehalt auf die äquivalente CaO-Menge umrechnet. Die Bestimmung der Gesamthärte der bleibenden sowie der vorübergehenden Härte ist im analytischen Teil (Kap. VII) beschrieben. Die Gesamthärte verursachenden Salze üben die eigentliche Wirkung auf das Maischen aus, indem sie die Acidität beeinflussen. Die bleibende Härte hat aber einen entgegengesetzten Einfluß als die vorübergehende Härte. Die vorübergehende Härte wird, wie bereits erwähnt wurde, von Carbonaten, richtiger Bicarbonaten hervorgerufen und vermindert infolge ihres alkalischen Charakters die Acidität. Die Acidität des Malzes und so auch die Acidität der Maische wird in der Hauptsache von sauren Phosphaten verursacht. Die Einwirkung der Carbonate läßt sich durch folgende Gleichung veranschaulichen:



Das saure Kaliumdihydrophosphat verwandelt sich in das neutrale Dikaliumhydrophosphat, wodurch die Acidität verringert wird. Die bleibende Härte wird nicht von Carbonaten, sondern Sulfaten und Chloriden hervorgerufen und erhöht die Acidität, welcher Vorgang sich aus folgender Gleichung erklärt:



Die neutralen Dialkaliphosphate werden also in saure Alkaliphosphate verwandelt, wodurch die Acidität erhöht wird. Das natürliche Wasser verändert also die Acidität, welche in Wasserstoffionenkonzentration ( $p_{\text{H}}$ ) ausgedrückt wird. Die Wirkung der Enzyme ist an eine bestimmte Wasserstoffionenkonzentrationsgrenze gebunden. Über diese Verhältnisse s. S. 37, 44. Das Malz, das Wasser und das Verhältnis beider bestimmen die Wasserstoffionenkonzentration der Maische. Die Aufgabe ist nun, die Wasserstoffionenkonzentration ständig zu überwachen und den etwaigen ungünstigen Einfluß des Wassers auszuschalten. Ist das Wasser zu alkalisch, so kann die die Wasserstoffionenkonzentration vergrößernde (Acidität verringernde) Wirkung durch Gipsen des Wassers ausgeglichen werden, wie dies in der Brauerei oft gebräuchlich ist. Die vielfachen Literaturangaben über die günstige Wirkung des Gipses auf den Maischprozeß haben als innersten Grund die Abänderung der Wasserstoffionenkonzentration, stehen aber untereinander vielfach in starkem Widerspruch. Nach König soll der Eiweißabbau, nach Windisch die diastatische Wirkung durch Gips stark gefördert werden, während nach König die Verminderung der diastatischen Kraft durch Gips beobachtet wurde. Diese älteren Angaben sind völlig wertlos, da die Wasserstoffionenkonzentration nie zum Vergleich herangezogen wurde.

Einen Aufschluß über den Einfluß des Wassers kann nur die Wasserstoffionenkonzentration geben. Man sieht daraus, daß die Kontrolle der Wasserstoffionenkonzentration der Maischen eine wichtige Aufgabe ist.

## 2. Die Theorie des Maischens und des Abläuterns.

Beim Maischen gehen folgende Substanzen in Lösung: Kohlenhydratabbauprodukte, Eiweißabbauprodukte, Diastase, Peptase und andere Enzyme usw. Je nach dem Maischverfahren ist das Verhältnis dieser Bestandteile veränderlich, hängt aber in erster Linie von der Beschaffenheit des Malzes ab. Abgesehen von der Malzqualität ist die Zusammensetzung der Maische eine Funktion der Temperatur, der Maischekonzentration und der Wasserstoffionenkonzentration. Das Malz besitzt eine bestimmte DK und PK, welche den Abbau besorgen; die Auflösung erleichtert diesen Vorgang. Das Maischwasser löst die wasserlöslichen Bestandteile auf, diese geben mit dem Wasser zusammen eine bestimmte Wasserstoffionenkonzentration. Die Wasserstoffionenkonzentration wird durch die wasserlöslichen Phosphate, durch organische Säuren (in freiem Zustande nur geringe Mengen) durch Eiweiß bzw. Eiweißabbauprodukte geregelt. Die DK, die PK, die Auflösung und die Wasserstoffionenkonzentration sind gegeben und vom Malz und Wasser bestimmt. Die Wasserstoffionenkonzentration kann durch Zusätze abgeändert werden. Eine andere frei veränderliche Größe ist die Temperatur der Maische.

Das Optimum der Wasserstoffionenkonzentration liegt nach Sherman und Thomas mit  $p_H = 4,2$  bis  $4,6$  bei über  $60^\circ \text{C}$ . Bei niedrigeren Temperaturen ist eine weitere optimale Zone vorhanden, und zwar  $p_H = 3,5$  bis  $5,5$  (S. 37). Um eine kräftigere diastatische Wirkung zu erhalten, muß man möglichst eine Maische mit der angeführten Wasserstoffionenkonzentration haben. Arbeitet man auch über  $60^\circ \text{C}$ , so wählt man die Wasserstoffionenkonzentration unbedingt zu  $4,2$ — $4,6$ . Weicht die Wasserstoffionenkonzentration von diesen Werten stark ab, so muß sie mittels Zusätzen eingestellt werden. Die Wasserstoffionenkonzentration ist nun entweder kleiner als die optimale oder aber größer (mehr sauer oder mehr alkalisch). Im ersten Fall müssen alkalisch wirkende Substanzen zugesetzt werden: solche sind Alkalien, Alkalicarbonate oder Bicarbonate und am zweckmäßigsten alkalisch wirkende Phosphate ( $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{K}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ). Die ersterwähnten Substanzen haben eine sehr starke Wirkung, welche bei etwaigen Fehlern oder Versehen ein schweres Unheil verursachen können. Da die natürliche Regelung der Wasserstoffionenkonzentration im Malz bzw. in der Maische durch Phosphate erfolgt, kann dies in der Praxis auch durch diese erfolgen. Die Phosphate üben keinen schlechten Einfluß auf Farbe und Geschmack

der Extrakte aus. Ist die Wasserstoffionenkonzentration zu groß, so müssen Säuren oder sauer wirkende Substanzen zugefügt werden. Zu diesem Zwecke verwendet man verschiedene anorganische Säuren ( $H_2SO_4$ ,  $HCl$ ), organische Säuren (Essig-, Milchsäure) oder saure Phosphate ( $KH_2PO_4$ ,  $NaH_2PO_4$ ), auch einen Zusatz von neutralen Ca- oder Mg-Salzen, am besten  $CaSO_4$ .

Zumeist wird aber eine Abänderung der Wasserstoffionenkonzentration nicht erforderlich sein, da die Maischen bzw. Würzen sehr gut gepufferte Lösungen sind, welche gegenüber den Bestandteilen des Wassers eine nur geringe Nachgiebigkeit besitzen. Auch verändert sich die Wasserstoffionenkonzentration beim Verdünnen der Maischen nur sehr wenig. Trotzdem ist die ständige Kontrolle der Wasserstoffionenkonzentration unbedingt erforderlich (s. analytischer Teil, Kap. VII). Die Wasserstoffionenkonzentration hat nicht nur auf die Verzuckerung, sondern auch auf die Farbe der Würzen einen Einfluß, die zum Teil auf enzymatischem Wege aus den Eiweißabbauprodukten entsteht (S. 44). Die peptischen Enzyme haben scheinbar dieselbe optimale Wasserstoffionenkonzentration wie die Diastase, während die tryptischen in alkalischer Lösung besser wirken.

Eine weit größere Bedeutung hat die Temperatur. Die Einwirkung der Temperatur auf die abbauende Tätigkeit der beiden wichtigsten Enzyme, der Diastase und der Peptase ist sehr verschieden. Die Peptase hat ihr Temperaturoptimum bei  $50^{\circ}C$  und verliert ihre Wirkung gegen  $70^{\circ}C$  ganz (S. 43). Für die Diastase läßt sich eine derartige einheitliche optimale Temperatur nicht bestimmen, da sie bei den verschiedenen Temperaturen eine verschiedene Wirkung besitzt (S. 36). Einerseits verschiebt sich das Verhältnis zwischen der verzuckernden und der verflüssigenden Kraft, andererseits verändert sich das Maltose-Dextrinverhältnis. Die verzuckernde Kraft hat ihr Optimum bei  $50-56^{\circ}C$ , die verflüssigende Kraft bei  $70^{\circ}C$ . Unter dem ersten Optimum entsteht viel Maltose, darüber viel Dextrin.

Diese Zahlen wurden mittels isolierter Diastase gewonnen. Die Praxis hat die günstigste Verzuckerung bei  $60-63^{\circ}C$  ( $62,5^{\circ}C$ ) gefunden. Verzuckert man bei niedrigen Temperaturen z. B. unter  $50^{\circ}C$ , so entsteht fast nur Maltose und auch die Peptase kann die Eiweißstoffe abbauen. Man erhält also eine maltose- und eiweißreiche Würze. Bei diesen niedrigen Temperaturen bleibt auch die Diastase fast unverändert bestehen, man hat also nur mit geringen DK-Verlusten zu rechnen. Wird gerade bei  $50^{\circ}C$  gemaischt, so erhält man ein Maximum an Eiweißabbauprodukten. Bei  $60-63^{\circ}C$  verläuft die Verzuckerung am schnellsten, die Maltoseausbeute ist noch immer gut, doch die peptolytische Wirkung ist gering. Bei noch höheren Temperaturen steigt die Menge der Dextrine an, Eiweiß wird kaum abgebaut, ja es werden sogar die

ursprünglich löslichen Eiweißstoffe zum Teil von der Hitze koaguliert. Die Enzyme verlieren ihre Wirkung. Bei niedrigen Temperaturen werden also die Enzyme geschont, doch verläuft die Verzuckerung langsam und die Extraktausbeute ist geringer, da das Schrot nie vollkommen und außerdem stets eine, wenn auch geringe Glasigkeit vorhanden ist und demzufolge die groben oder glasigen Teile bei niedriger Temperatur nur schwer angegriffen werden. Bei hohen Temperaturen wird dieser letzte Nachteil teilweise umgangen, da die Stärketeilchen verkleistert werden, der Grieb anquillt und beide so den Enzymen zugänglicher werden. Die DK und PK der erhaltenen Würze wird aber verschwindend klein. Bei keiner Temperatur kann man also den Würzen sämtliche oder wenigstens einen speziellen Anteil der erwünschten Eigenschaften geben. In der Praxis maischt man eben deshalb niemals nur bei einer bestimmten Temperatur oder zwischen einer engen Temperaturgrenze, sondern man läßt die Maischen die ganze praktische Temperaturskala durchlaufen, und zwar entweder kontinuierlich oder sprungweise. Für viele Zwecke und hauptsächlich für diastatische Extrakte wird dasselbe Malz mehreremal eingemaischt; die ablaufenden Würzen werden getrennt weiterbehandelt und der Rückstand wird erneut eingemaischt.

Im folgenden sollen die verschiedenen Maischverfahren sowie ihre Ergebnisse und ihre Anwendungsmöglichkeiten besprochen werden:

#### a) Das Dreimaischverfahren.

Das Malzschrot wird mit Wasser von 35° C eingemaischt. Bei dieser Temperatur beginnt die Verzuckerung, wobei hauptsächlich Maltose entsteht. Das wasserlösliche Eiweiß oder die vorhandenen Abbauprodukte gehen mit den geringen neu entstandenen Mengen in Lösung. Auch die Enzyme lösen sich. Es entsteht ein Kaltwasserauszug, welcher die Enzyme in ungeschädigter Form enthält. Nun wird ein Teil (1. Maische) der Maische abgesondert und zum Kochen erhitzt. Die Menge der aufgekochten Maische wird derart gewählt, daß sie der Stammmaische zugesetzt, diese auf 50—52° C erwärmt (ungefähr ein Drittel der Stammmaische). Bei dieser Temperatur beginnt die kräftige Peptonisation, die Maische wird stickstoffreich. Die Verzuckerung liefert noch immer in der Hauptmenge Maltose. Jetzt wird wieder ein Teil, etwa ein Drittel der Stammmaische (2. Maische) abgezogen, aufgekocht und der Stammmaische wieder zugefügt, wodurch die Temperatur auf 65—70° C steigt. Bei dieser Temperatur verläuft die Verzuckerung sehr energisch, die Peptonisation wird unbedeutend, die DK und die PK der Maische nimmt stark ab und ein Teil der gelösten Eiweißsubstanzen beginnt zu koagulieren. Nun zieht man wieder einen Teil ca. ein Drittel der Stammmaische (3. Maische) ab, erhitzt ihn zum Kochen und fügt ihn der Stammmaische wieder zu, wodurch die Temperatur auf 75—80° C steigt. Hier verliert

die Diastase rasch ihre Wirkung, es wird hauptsächlich nur mehr Dextrin erzeugt, die Eiweißstoffe koagulieren (Bruch).

Beim Dreimaischverfahren ändert sich die Temperatur der Maische sprungweise. Es entsteht eine Würze, welche an Eiweißabbauprodukten nicht übermäßig reich ist, Maltose entsteht in überwiegender Menge, Enzyme bleiben in der Würze fast überhaupt nicht erhalten. Das Dreimaischverfahren ist ein Dekoktionsverfahren, da ein Teil der Maische gekocht wird. Es eignet sich nur zur Erzeugung von diastasefreien Extrakten (Nährextrakten). Die Einteilung der Temperaturstufen kann der Malzqualität und den eigenen Erfahrungen angepaßt werden.

#### b) Das Zweimaischverfahren.

Dieses Verfahren, welches ebenfalls ein Dekoktionsverfahren ist, ist eine Verkürzung des Dreimaischverfahrens und wird daher auch Kurzmaisverfahren genannt (Windisch). Der Unterschied besteht darin, daß die 1. oder 3. Maische wegbleibt. Man maischt bei 35° oder 50° C ein, kocht die 1. Maische und brüht die Stammmaische auf 50° oder 65° C. Nun wird die 2. Maische gekocht, man brüht die Stammmaische von 50° auf 75—80° C oder erwärmt die Stammmaische direkt auf 75 bis 80° C. Es werden also höchstens 2 Maischen gekocht. Die höchste Temperatur wird hier schneller erreicht, weshalb der Dextringehalt der Würze höher ist; die Peptonisation ist gering, die Enzyme bleiben nicht erhalten. Da der Dextringehalt höher ist, haben die erhaltenen Extrakte einen weniger süßen Geschmack. Das Zweimaischverfahren ist auch nur für Nährextrakte geeignet. Die Temperaturen können beliebig abgeändert werden.

#### c) Das Einmaisverfahren.

Dieses Verfahren kann sehr mannigfaltig durchgeführt werden. Man kann kalt einmaischen und dann durch direktes Anheizen die Temperatur allmählich erhöhen, bis man die höchste erwünschte Temperatur erreicht oder man kann warm einmaischen und bei dieser Temperatur verzuckern, evtl. kann die Temperatur noch weiter erhöht werden. Wird kalt eingemaischt und die Temperatur langsam gesteigert, so bleibt die Temperatur doch eine gewisse Zeit auf etwa 50° C, so daß auch eine Peptonisation erfolgt. Wird sofort bei 60—65° C eingemaischt, so erfolgt gar keine Peptonisation und die Würze wird dextrinreich. Dieses letzte Verfahren wird auch Hochkurzmaisverfahren genannt und wird nur bei gut gelöstem Malz angewendet, da Eiweiß überhaupt nicht peptonisiert wird. An Stelle des direkten Erhitzens kann auch durch Zubrühen von heißem Wasser erwärmt werden. Man kann die Maische auch heißem Wasser zufließen lassen. Dies ist das Springmaisver-

fahren Windischs. Es wird bei 38—48° C eingemaischt und die Maische wird dann in Wasser von 80—100° C „einspringen“ gelassen, so daß schnell eine hohe Maischtemperatur erreicht wird. Die Würze enthält wenig Maltose. Sämtliche Einmaischverfahren sind Infusionsverfahren, da die Maische nicht gekocht wird. Die höchste Temperatur hängt davon ab, ob auf Bruch oder nicht auf Bruch gearbeitet wird. Je höher die Abmaischttemperatur ist, um so höher ist die Extraktausbeute und um so leichter ist das spätere Abläutern. Das Einmaischverfahren ist ebenfalls nur für Nährextrakte geeignet.

#### d) Das Vormaischverfahren.

Das Malzschrot wird kalt eingemaischt; die Maische läßt man 6 bis 12 Stunden stehen. Es entsteht viel Maltose, die Peptonisation ist sehr kräftig. Auch weniger gut gelöste Malze und hochgedarrte (diastasearme) Malze lassen sich gut verzuckern. Die lange Maischzeit verursacht eine dunklere Farbe. Die Extraktausbeute wird erhöht. Das Maischen wird normal beendet, d. h. die Temperatur wird nach Verlauf der Vormaischzeit durch direktes Erhitzen gesteigert, wobei verzuckert wird. Enzyme bleiben im Extrakt ebenfalls nicht erhalten, daher ist dieses Verfahren nur für Nährextrakte geeignet.

#### e) Das Eiweißbrastverfahren.

Dieses Verfahren unterscheidet sich nur dadurch von den anderen, daß die optimale Temperatur der Peptase stark betont wird, d. h. die Maische verweilt längere Zeit bei 50° C. Man erhält eine stickstoffreiche Würze. Vorteilhaft ist die Verknüpfung Vormaisch-Eiweißbrastverfahren (Windisch). Das Abmaischen wird wie vorher ausgeführt. Nur für enzymfreie Nährextrakte geeignet.

#### f) Das Sudmaischverfahren von Schmitz.

Die Maische wird normal verzuckert und dann zum Kochen erhitzt und nach dem Abkühlen wird ein kalter Malzauszug zugesetzt. Dieser stammt von frischem Malz oder es wurde nach dem kalten Einmaischen ein Teil des Kaltenauszuges abgeläutert. Nach dem ursprünglichen Verfahren wird der Diastaseauszug der bereits abgeläuterten Stammwürze zugesetzt, wodurch die Maltosemenge vergrößert wird. Da das Kochen der Maische die an den Trebern haftenden Stärketeilchen aufschließt, kann die Ausbeute auch dadurch vergrößert werden, daß der Diastaseauszug der erhaltenen fertigen und wieder abgekühlten Maische oder nur den Trebern zugesetzt wird. Es entstehen enzymfreie Nährextrakte, doch die Ausbeute ist höher.

## g) Das Druckmaisungsverfahren.

Es ist dem Sudmaisungsverfahren ähnlich, nur wird unter Druck erhitzt. Die Ausbeute ist höher, da die Eiweißstoffe gelöst bzw. abgebaut werden. Die hohe Temperatur verursacht eine starke Bräunung und einen Brot- oder Druckgeschmack. Für enzymfreie Extrakte geeignet.

## h) Das Stufenmaisungsverfahren.

Mit diesem Namen sollen jene Maischverfahren bezeichnet werden, welche das Malz öfters nacheinander einmaischen und die erhaltenen Würzen getrennt behandeln. Dieses Verfahren ist zur Erzeugung von hochdiastatischen Extrakten geeignet und ist eigentlich eine Kombination der vorher angeführten Verfahren. Es wird kalt eingemaischt: 35—50° C, die Maische wird abgeläutert, wodurch eine Würze mit aktiver Diastase, Peptase und viel Maltose und vielen Eiweißabbauprodukten erhalten wird. Nun wird zum zweiten Male eingemaischt, Stammaische, und zwar z. B. bei 60—63° C oder es wird nach einem der vorstehend angegebenen Verfahren verzuckert. Man hat also einen Auszug, welcher diastasereich ist und einen, welcher extraktreich ist. Vereinigt man beide, so hat man eine Würze mit aktiven Enzymen und gleichzeitig nach Belieben mit viel oder wenig Maltose und Eiweißabbauprodukten in gewünschter Menge. Der erste kalte Auszug enthält die Enzyme angereichert, da nur ein geringer Teil des Extraktes darin enthalten ist. Erzeugt man nicht nur einen, sondern zwei Diastaseauszüge, so können noch höherwertige enzymatische Extrakte gewonnen werden.

Über das Maltose-Dextrinverhältnis, über die Größe des Eiweißabbaues der DK und PK der Würze läßt sich im voraus nichts Bestimmtes sagen, alles ist eine Funktion des Maischverfahrens und der Malzeigenschaften. Sicher ist nur die Möglichkeit, das Maltose-Dextrinverhältnis, den Stickstoffgehalt und den Enzymgehalt nach Wunsch durch Änderung des Maischverfahrens zu verschieben. Um das geeignete Maischverfahren auswählen zu können, muß man sich über die gewünschten Eigenschaften der Extrakte im klaren sein. Die Extrakte werden in 3 Gruppen geteilt: 1. Nährextrakte, 2. Backextrakte, 3. Textilextrakte.

Die Nährextrakte müssen einen angenehmen Geschmack haben. Diesen beeinflußt in erster Linie das Maltose-Dextrinverhältnis. Je mehr Maltose im Extrakt ist, um so süßer ist der Geschmack; die Dextrine verleihen dagegen dem Extrakt einen etwas faden Geschmack. Eine jede Malzextraktfabrik erzeugt Extrakte mit einem etwas verschiedenen Geschmack, je nach dem Maischverfahren. Das Aroma wird durch höher gedarrtes Malz stark verbessert. Man verwendet also nach dem individuellen Geschmack höher oder niedriger gedarrtes Malz. Die neuzeit-

lichen Nährextrakte müssen einen hohen Vitamingehalt haben. Bei hoher Temperatur gedarrtes Malz und bei hoher Temperatur gemaischte Extrakte haben nur einen geringen Vitamingehalt. Die Erzeugung solcher vitaminhaltiger Extrakte muß sehr schonend bei niedriger Temperatur erfolgen. Für vitaminreiche Extrakte wird niemals ein Dekoktionsverfahren angewendet (Dreimaisch-, Zweimaisch-, Sudmais-, Druckmaisverfahren). Am zweckmäßigsten ist das Infusionsverfahren. Das niedrig gedarrte Malz verleiht dem Extrakt einen etwas grünen Geschmack, weshalb höher gedarrtes Malz, Pilsner und evtl. etwas Münchner Malz zugesetzt wird. Hier entscheidet ebenfalls der individuelle Geschmack und ein jeder kann sich eben einen entsprechenden Geschmack ausbilden. Der Stickstoffgehalt sowie die Anwesenheit aktiver Enzyme ist nicht von Bedeutung, so daß weder das Stufenverfahren, noch das Eiweißrastverfahren in Betracht kommen.

Den Backextrakten gegenüber werden ganz andere Anforderungen gestellt (S. 3 und Kap. VIII). Sie sollen möglichst viel Maltose, also wenig Dextrin, viel Stickstoff, viele aktive Diastase und Peptase enthalten. Die Extraktausbeute ist ebenfalls wichtig. Daraus ergibt sich, daß hier erstens nach dem Stufenmaisverfahren Diastasekaltauszüge gewonnen werden müssen, sodann muß die Peptonisation kräftig betont werden (Eiweißrast) und endlich muß bei niedriger Temperatur verzuckert werden, um viel Maltose zu erhalten. Zwecks Erhöhung der Extraktausbeute kann auch das Sud- oder Druckmaisverfahren hinzu kombiniert werden. Backextrakte mit ganz hohem Stickstoffgehalt lassen sich nur durch Zusatz von Eiweißsubstanzen zu den Maischen erzeugen. Ganz vorzüglich eignet sich für diesen Zweck abgetötete Hefe, Hefeautolysat oder Hefeextrakt. Der Zusatz dieser Substanzen erleichtert auch gleichzeitig die Verzuckerung der Maischen. Die Textilextrakte müssen nur eine hohe enzymatische Kraft besitzen, der Extraktgehalt und dessen Zusammensetzung sind nicht wichtig. Es wird also ein Diastasekaltauszug erzeugt und die Stammwürze wird nur in solchem Maße dazu gemischt, daß man ein Extrakt mit handelsüblicher DK erhält. Sehr zweckmäßig ist das Vormaischverfahren, da die lange Maischdauer eine gute Herauslösung der Enzyme sichert und gleichzeitig entstehen viel Maltose und viele Eiweißabbauprodukte.

Wie man sieht, sind die vorstehend angeführten Maischverfahren zum größten Teil zur Erzeugung diastatischer Extrakte nicht geeignet, nur ihre geschickte Kombination im Rahmen des Stufenverfahrens macht sie geeignet. Auch für Nährextrakte werden die Dekoktionsverfahren nicht mehr verwendet.

Oft müssen in der Praxis Zusatzstoffe verzuckert werden, welche entweder zur Streckung der Extrakte dienen, oder aber es wird aus ihnen

irgendein Spezialpräparat erzeugt. Wird das Extrakt nur einfach gestreckt, so wird ebenso gemaischt, wie vorher beschrieben. Die Menge der Zusatzstoffe wird nach Belieben entschieden, jedenfalls wird man sie nicht übermäßig groß wählen, um den Charakter des Extraktes nicht zu verderben, obwohl man auch Extrakte mit Malzgaben, welche gerade zum Verzuckern hinreichen, gewinnen kann. Solche Extrakte sind aber geschmacklich minderwertig. Ein Spezialprodukt ist der Soxhletsche Nährzucker für Säuglinge. Dieser wird durch Verzuckerung von reiner Stärke erzeugt, er soll ein Maltose-Dextrinverhältnis 1 : 2 besitzen und muß stickstofffrei sein. Die Verzuckerung wird also bei hohen Temperaturen erfolgen müssen oder es wird die Maische wenigstens rasch auf 70° C erhitzt. Um wenig Stickstoff in den Zucker zu bekommen, wird die Verzuckerung nicht mittels Malz, sondern mittels eines Diastasekaltauszuges bewerkstelligt.

Will man die Extraktausbeute erhöhen, so greift man zum Kochen der Würze, Sud- und Druckmaisverfahren. Für diastatische Extrakte kann dies auch nur im Stufenverfahren erfolgen. Das Kochen ist neben dem Schroten die geeignetste Methode, die Ausbeute zu erhöhen, und es wird im Stufenverfahren derart durchgeführt, daß die Treber am Ende mit Wasser bei 100° C oder unter Druck gekocht und nachher durch eine Malzgabe nochmals verzuckert werden, oder aber man begnügt sich mit der Extraktmehrausbeute, welche durch Abbau der Eiweißsubstanzen unter Druck entsteht.

Über den Einfluß der Maischekonzentration auf die Verzuckerung sind nur sehr widersprechende Angaben vorhanden. Die Dickmaischen werden ebenso verzuckert wie die Dünmaischen, nur ist die Maltosebildung in der Dünmaische besser. Bis zu Maischen von 25° Saccharometer (Balling) = spez. Gewicht 1,1059 bildet sich hauptsächlich Maltose (1 : 4) bei der optimalen Temperatur. In der Praxis wird mit derart dicken Maischen selten gearbeitet. Die dicken Maischen üben auf die diastatische Kraft eine Schutzwirkung aus (S. 39). Wird nicht nach dem Stufenverfahren gemaischt, so sind Verfahren, welche anfangs bei niedriger Temperatur verzuckern, günstiger, da sich schon eine bestimmte Extraktmenge gebildet hat, bis die Temperatur auf eine schädliche Höhe gestiegen ist, obwohl die Schutzwirkung bei den üblichen Dünwürzen sehr gering ist.

Die DK-Verluste hängen in erster Linie vom Maischverfahren ab. Da für diastatische Zwecke nur das Stufenverfahren brauchbar ist, ist es überflüssig, sich auch mit den anderen Verfahren in dieser Hinsicht zu beschäftigen. Wird der Kaltauszug unter 45° C erzeugt, so wird nur wenig Diastase zerstört, wieviel Diastase aber in den Kaltauszug übergeht, hängt von der Maischdauer und von der Schrotung ab. Ist die Maischdauer des Kaltauszuges 6—12 Stunden und wird mit Feinschrot

für Maischefilter gearbeitet, so lassen sich im Kaltauszug ungefähr 85 bis 90% der DK gewinnen. Ist die Maischdauer nur ca. 1—2 Stunden, so sinkt die DK-Ausbeute neben sonst gleichen Bedingungen auf 60 bis 80%. Wird noch mit Grobschrot für Läuterbottiche gearbeitet, so ist die DK-Ausbeute oft nur ca. 50—60%.

Die peptische Kraft ist zumeist ganz gering, da sie schon im Malz nicht übermäßig hoch ist und höchstens im Kaltauszug (35—40°) erhalten bleibt. Obwohl die optimale Temperatur der Peptase 50° C beträgt, geht sie schon bei dieser Temperatur verhältnismäßig schnell zugrunde.

Das Abtrennen der klaren Würze von der Maische bzw. von den ungelösten Trebern erfolgt durch das Abläutern. In der Praxis kann dies auf sehr verschiedenen Wegen durchgeführt werden. Im Prinzip soll hier nur soviel bemerkt werden, daß die Treber nach dem Abläutern der verzuckerten Stammwürze, noch eine Menge Würze zurückhalten, welche natürlich auch einen Extraktgehalt hat. Im Läuterbodenbetrieb ist diese zurückgehaltene Würzmenge die größte, das Maischefilter hält bedeutend weniger zurück, ebenso die Zentrifugen, Saugfilter usw. Die Treber müssen mit Wasser ausgelaugt werden. Die erste Auslaugung nach dem Abläutern der Stammwürze wird Nachguß genannt, er bewirkt noch eine geringe Verzuckerung. Die folgenden Auslaugungen heißen „Anschwänzung“; die Anschwänzung wird solange fortgesetzt, bis die ablaufende Würze nur mehr wenig Extrakt enthält (Glattwasser). Der Saccharometergrad des Glattwassers soll möglichst unter 1,0° oder noch besser unter 0,5° sein. Die Zusammensetzung des Nachgusses ist von der der Stammwürze verschieden: Nachgüsse sind reicher an Dextrin, Stickstoffsubstanzen und Asche. Das Verhältnis zwischen Maischwasser (Hauptguß) und Nachguß ist in der Praxis ungefähr 1 : 1 — 1 : 2.

Das Auslaugen der Treber muß nach der bekannten Ostwaldschen Regel erfolgen, nach welcher das Auslaugen um so vollkommener ist, je geringer die zum einmaligen Auslaugen der Treber notwendige Wassermenge ist und je öfters das Auslaugen erfolgt. Wird z. B. zum Auslaugen 4000 l Wasser verwendet, so ist der Erfolg der Auslaugung besser, wenn das Wasser nicht auf einmal zugesetzt wird, sondern z. B. 4mal mit je 1000 l angeschwänzt werden. Ein idealer Grenzfall ist das kontinuierliche Anschwänzen. In diesem Falle werden die Treber schichtweise ausgelaugt. Das Wasser fließt oben zu, durchdringt die Schichten und wird dabei immer extraktreicher. Das kontinuierliche Durchfließen des Wassers kann man sich derart vorstellen, daß das Wasser in unendlich kleinen Mengen die einzelnen Schichten auslaugt, wobei sofort frisches Wasser nachdrängt. In der Praxis wird sowohl öfters getrennt angeschwänzt (Läuterbottich) als auch kontinuierlich ausgelaugt (Maischefilter usw.).

### 3. Die Praxis des Maischens und des Abläuterns.

Das Maischen und das Abläutern kann sowohl getrennt, als auch in einer Apparatur durchgeführt werden. Um für das Maischen genaue Vorschriften geben zu können, wird vorerst die erforderliche Apparatur ge-

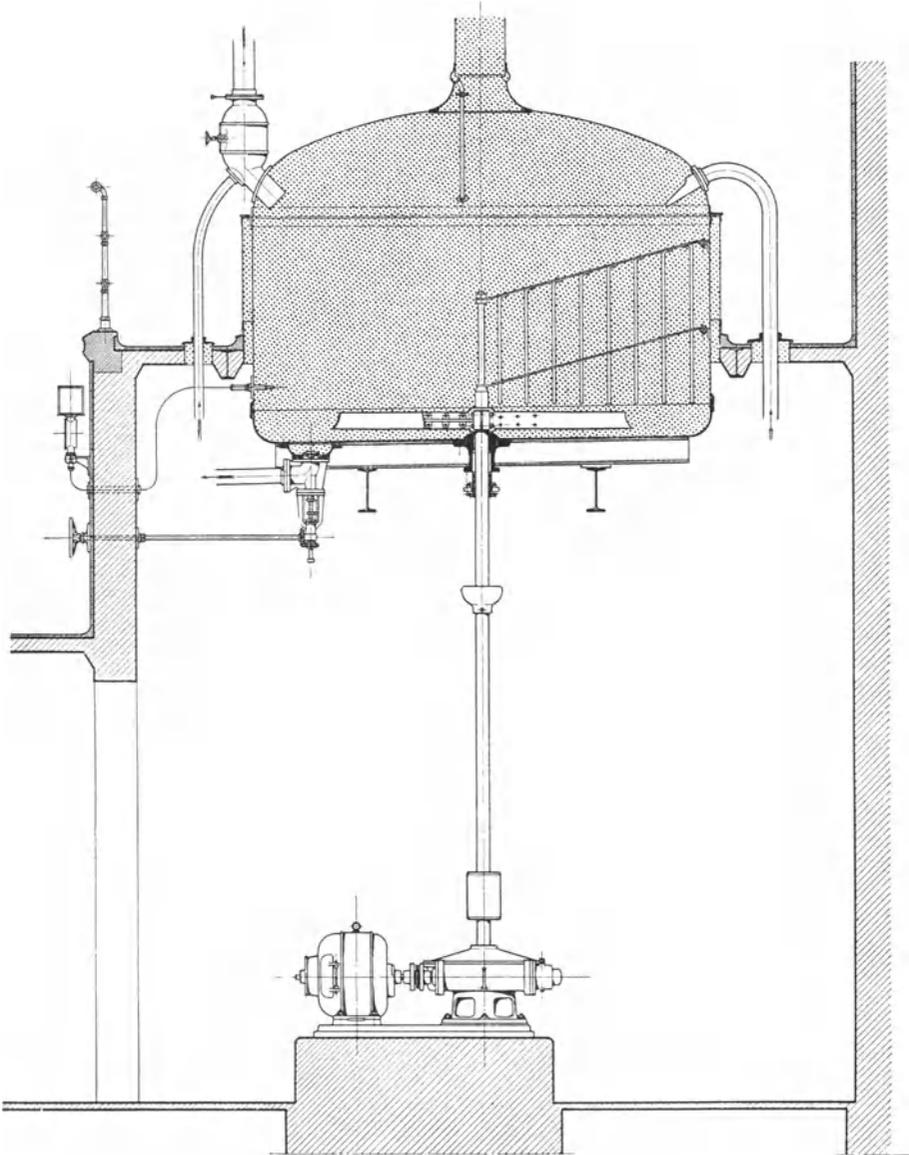


Abb. 73. Maischbottich. (A.-G. vorm. Skodawerke in Pilsen, Prag-Smichov.)

nau besprochen, und zwar läßt sich die Apparatur für das Maischen und Abläutern aus dem vorher erwähnten Grunde nicht voneinander trennen.

#### a) Die Apparatur.

Das Maischen erfolgt in der Praxis in großen Bottichen, welche mit der erforderlichen Hilfsapparatur versehen sind. Die Maischbottiche sind oben zumeist abschließbar, um einerseits die Infektionsgefahr der Maischen und andererseits die Verdunstung zu vermindern und haben eine runde Form (Abb. 73, 74, 75). In älteren Ausführungen besitzen die Maischbottiche einen flachen Deckel, heute findet man fast ausschließlich nur stark bombierte „Dunsthauben“, da durch die intensive Bewegung des Bottichrührwerkes die Maische stark herumspritzt und so auch auf

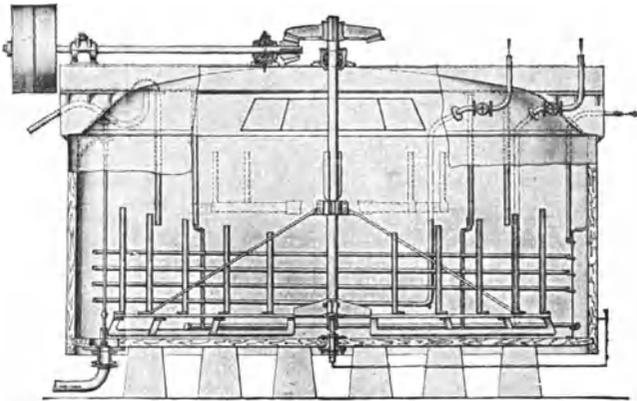


Abb. 74. Maischbottich. (Strauch & Schmidt, Neisse-Neuland.)

die Bottichabdeckung spritzt. Die alten Abdeckungsausführungen lassen sich sehr unbequem reinigen und bilden deshalb eine ständige Infektionsquelle. Außerdem schlägt sich an der kälteren Abdeckung der Dunst ständig nieder und tropft dann die Verunreinigungen mitführend in die Maische zurück. Die bombierte Dunsthaube vermindert das Anspritzen mit Maische und außerdem fließt der niedergeschlagene Dunst rascher ab und sammelt sich evtl. in einer Auffangrinne, welche am Bottichrand ausgebildet ist. Eine derartige Ausführung ist die Maischbottich-Dunsthaube von Strauch & Schmidt, Neisse-Neuland (Abb. 74). Die bombierte Dunsthaube ist auch auf Abb. 73, 75 klar zu sehen. Die Dunsthaube besitzt oft einen Dunstkamin (Abb. 75), welcher bei hohen Maischtemperaturen bzw. beim Maischekochen seine Bedeutung hat, indem die entstandenen lästigen Brüden ins Freie geleitet werden. In den Dunstkamin ist meistens eine Drosselklappe eingebaut, welche den Abzug der Dämpfe reguliert (Abb. 76).

Die Maischbottiche wurden früher aus Holz angefertigt. Nun ist einerseits die Lebensdauer der Holzbottiche sehr beschränkt, besonders wenn bei hohen Temperaturen gemaischt oder gekocht wird. Das Reinigen der Bottiche ist auch schwierig, da das Holz keine ganz glatte Oberfläche hat und den Mikroorganismen gute Schlupfwinkel bietet. Man ist zu eisernen bzw. kupfernen Maischbottichen übergegangen. Diese sind bedeutend haltbarer, leichter zu reinigen und dann läßt sich ein solcher Bottich technisch viel vollkommener einrichten. So z. B. kann im Holzbottiche die Heizvorrichtung nur in Form einer Heiz-

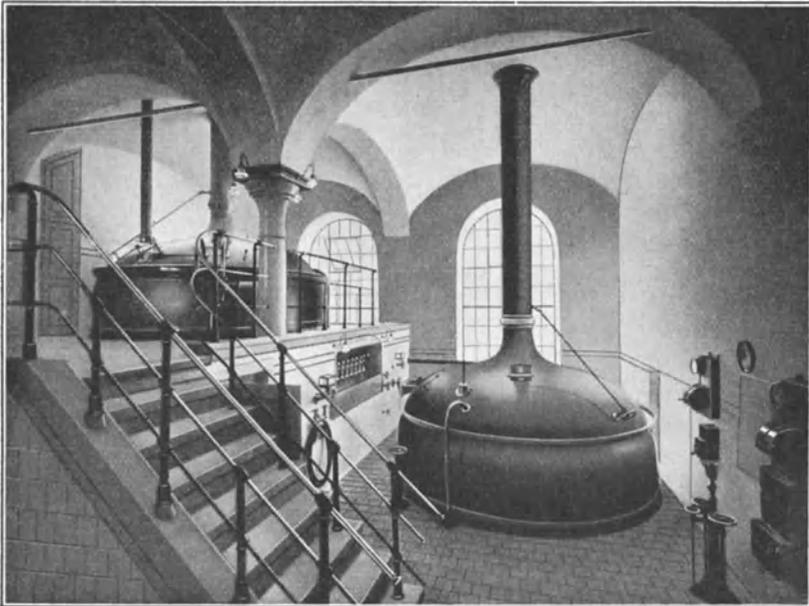


Abb.75. Sudhausanlage Murau. (A.-G. vorm. Skodawerke in Pilsen, Prag-Smichov.)

schlange untergebracht werden, während in Kupfer oder Eisen dies durch Anbringung von Doppelböden oder Doppelmänteln (Duplikat) ausgeführt werden kann. Das Reinigen ist deshalb leichter. Solche technische Vorteile sind noch vielerlei vorhanden, sie ergeben sich von selbst aus den weiter unten folgenden Beschreibungen. Sind trotzdem hölzerne Maischbottiche vorhanden, so wird empfohlen, diese innen mit einer Brauereilackschicht zu versehen, wodurch ihre Lebensdauer stark verlängert wird.

Ein geeignetes Vorbild für Maischbottiche ist Abb. 73, A.-G. vorm. Skodawerke, Prag. Das Malzschrot läuft durch den links oben befindlichen Vormaischer in den Maischbottich und wird schon im Vor-

maischer mit Wasser vermischt. Im Vormaischer endet eine Wasserleitung in einem perforierten Kopf, durch welchen das Wasser fein verteilt auf das herabfallende Schrot gespritzt wird. Der Vormaischer hat den Vorteil, daß das Schrot leichter und schneller vom Wasser benetzt wird und daß sich keine Knollen bilden. Solche Knollen zerteilen sich zumeist schwierig, auch wenn intensiv gerührt wird, so daß ein Teil des Schrotes der Extraktbereitung entzogen wird. Je feiner das Schrot ist, um so leichter bilden sich Knollen. Der Vormaischer leistet sein Bestes bei

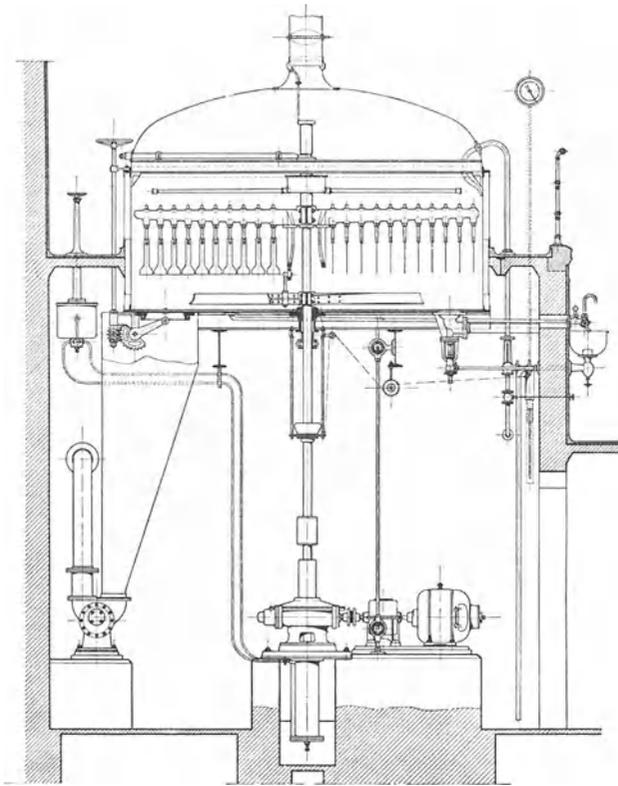


Abb. 76. Maisch- und Läuterbottich. (A.-G. vorm. Skodawerke in Pilsen, Prag-Smichov.)

Feinschrot. Der Vormaischer steht mit dem Malzschrotkasten in Verbindung und ermöglicht auch ein vollständig staubfreies Einmaischen (S. 181). Das erwärmte Maischwasser kommt durch die vertikale im Vormaischer endende Rohrleitung in den Bottich. Da die zum Einmaischen verwendeten Wassermengen genau gemessen werden müssen, schaltet man in diese Wasserleitung einen Heißwassermesser. In Abb. 73 ist der Wassermesser nicht mit abgebildet. Abb. 77 stellt einen Heißwassermesser System H. Meinecke A.-G., Breslau-Carlowitz, dar, welches

System sich in der Praxis des Verfassers bestens bewährt hat, sowohl bezüglich Genauigkeit, als auch Haltbarkeit. Das Wasser durchströmt zuerst ein Sieb und setzt dann einen Meßflügel in Bewegung, wobei diese Bewegung durch Zahnräder auf Zeiger übertragen wird. Die Zeiger bewegen sich über eine Skala, auf welcher die durchgeflossene Wassermenge ablesbar ist. Das Wasser wird durch Strahlregler genau parallel zur Mittelachse der Flügelradwelle geleitet, wodurch die gleichmäßige Drehung des Meßflügels gesichert wird. Das Innere des Messers ist aus reinem Nickel und ist deshalb sehr haltbar. Die Haltbarkeit wird durch eine Zentralschmiervorrichtung stark gefördert. Auf der linken Seite der Abb. 77 sieht man die Schmierpresse, welche mit dem Schmiermittel voll gefüllt wird. Dreht man am Handrad, so wird das Schmiermittel durch den durchbohrten Spurlagerzapfen in das untere Flügelwellenlager gedrückt und steigt von hier durch die hohle Flügelwelle in den Zählwerksraum. Sämtliche beweglichen Teile sind vom Wasser völlig abgeschlossen, so daß einerseits das Wasser nicht verunreinigt wird, andererseits das Öl nicht weggeschwemmt wird. Das verbrauchte Öl entfernt sich durch das rechtsseitig angebrachte Entlüftungsventil.

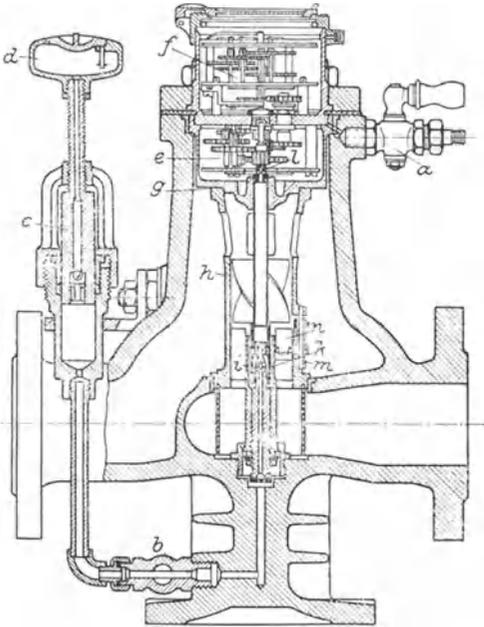


Abb. 77. Heißwassermesser.  
(H. Meinecke A.-G., Breslau-Carlowitz.)

Die Meineckeschen Heißwassermesser werden auch mit Registriervorrichtungen versehen. Diese haben nicht nur den Vorteil, den Wasserverbrauch genau kontrollieren zu können, der Maischvorgang kann auch ganz genau beobachtet werden, da der Registrierapparat die zeitliche Verteilung des Wasserverbrauches angibt. Vor dem Heißwassermesser befindet sich ein Mischventil mit Thermometer. Hier mischt man das heiße Wasser mit kaltem Wasser, um die erforderliche Wassertemperatur zu erhalten.

Das im Vormaischer eingemaischte Schrot fällt in den Maischbottich und wird hier von einem Rührwerk ständig in Bewegung gehalten. Das Rührwerk besteht gewöhnlich aus einem Propeller (Abb. 73). Vielfach

findet man gitterförmige Rührwerke (Abb. 74), welche aber zumeist nur in Maischbottichen für Brennereien oder Hefefabriken Anwendung finden. Sie sind kompliziert und haben keine bessere Wirkung als ein guter Propeller. In der Brauerei und Extraktfabrikation kommen nur Propeller zur Anwendung. Um die Mischwirkung des Propellers intensiver zu machen, baut man bei Feinschrotbetrieb in den Bottich ein Schlaggitter ein (Abb. 73). Der Antrieb des Rührwerkes erfolgt bei zeitgemäßen Maischbottichen von unten mittels direkt gekuppeltem Elektromotor. Die Holzbottiche erhalten den Antrieb von oben, was den Nachteil hat, daß der Raum neben und über dem Bottich nicht frei ist und das Arbeiten unbequem wird, besonders da in solchen Fällen nur ein Riemenantrieb in Frage kommt. Außerdem ist der Antrieb mehr der Dunsteinwirkung ausgesetzt, so daß er schneller zugrunde geht. Die technisch vollkommenere und elegantere Einrichtung ist der Antrieb von unten (Abb. 73). Der Elektromotor ist horizontal gelagert, treibt die vertikale Antriebswelle des Rührwerkes mittels Schneckenradübersetzung an. Da das Sudhaus im allgemeinen feucht ist, verwendet man am besten ganz geschlossene Elektromotore; auch die Schneckenradübersetzung ist ganz eingekapselt. Der Schneckenradbetrieb und der Elektromotor ist durch eine Lederbandkupplung verbunden. Auf Abb. 74 ist ein Obenantrieb dargestellt. Zu erwähnen ist, daß in den älteren Betrieben auch der Untenantrieb mit Riementransmission erfolgte.

Der Maischvorgang wird mit dem Thermometer überwacht. Man kann hierzu gewöhnliche Quecksilberthermometer anwenden, welche zeitweise in die Maische getaucht werden. Das Thermometer muß eine lange Form haben bzw. die Skala muß so hoch angebracht sein, daß die Temperatur ohne Herausziehen des Thermometers ablesbar ist. Bequemer ist ein Fernthermometer, das man zweckmäßig seitlich fix in den Bottich einbaut, das Zifferblatt oder die Registriervorrichtung kann wo immer untergebracht werden. In Abb. 73 ist ein Fernthermometer auf der linken Seite eingebaut. Die Registriervorrichtung befindet sich noch weiter links auf einer Bühne.

Unten auf der linken Seite befindet sich ein Maischventil, welches mittels Handrad von der linksseitigen Bühne, wo auch die Fernthermometerregistriervorrichtung untergebracht ist, gehandhabt wird. Hier läßt man die fertige Maische oder auch Teile der Maische in die Sudpfanne, wenn ein Dekoktionsverfahren verwendet wird. Die gekochte Maische wird in den Maischbottich zurückgepumpt. Dies erfolgt durch die Maischeleitung auf der rechten Seite.

Die Dunsthaube ist bei größeren Maischbottichen mit dem Bottich fest zusammengebaut. Die kleineren Bottiche haben wegen der leichteren Reinigung getrennte Dunsthauben, welche mittels Gegengewicht abhebbar sind.

Die Heizvorrichtung kann bei primitivster Art eine Heizschlange sein, wie dies in Abb. 74 zu sehen ist. Dampfheizschlangen werden nur für Holzbottiche verwendet, die eisernen oder kupfernen Maischbottiche haben alle einen Heizmantel oder auch einen Doppelboden. Für das Dekoktionsverfahren bestimmte Maischbottiche bedürfen keiner Heizvorrichtung. Es muß aber noch eine Pfanne vorhanden sein, in welcher die abgelassene Maische gekocht wird. Diese Pfanne ist mit dem Maisch-

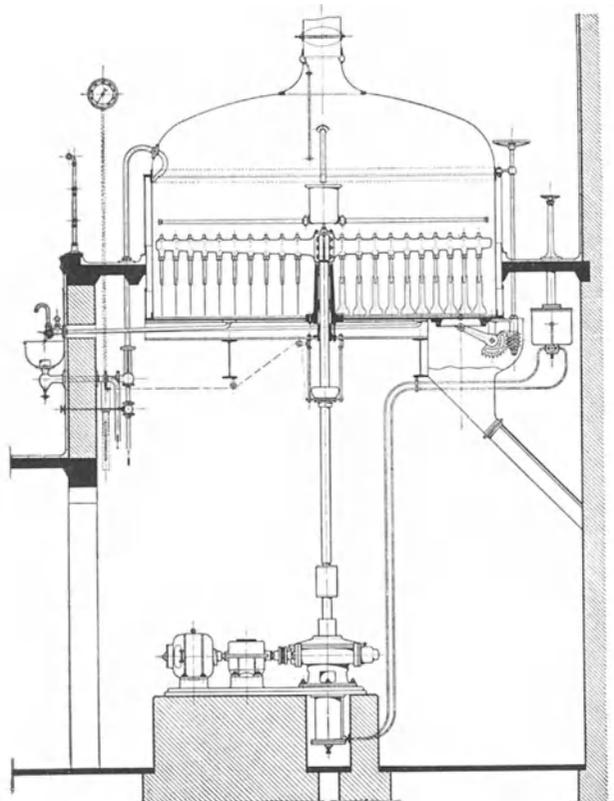


Abb. 78. Läuterbottich. (A.-G. vorm. Skodawerke in Pilsen, Prag-Smichov.)

bottich im Prinzip identisch, ihre Größe ist aber ein Drittel des Maischbottichs.

Ist das Maischen beendet, so muß die Würze von den Trebern getrennt werden. Dieser Vorgang wird Läuterung genannt. Die hierzu dienende älteste Apparatur ist der Läuterbottich (Abb. 78). Das Prinzip des Läuterbottichs ist, daß die verzuckerte Maische in einen Bottich gefüllt wird, welcher einen gelochten Boden besitzt. Die ungelöst gebliebenen Teile der Maische, die Treber, setzen sich auf den Boden, und zwar

besteht die unterste Schicht aus großen Spelzenteilen, während die oberste Schicht mehr teigartig ist (Oberteig). Diese Schichten bilden zusammen eine Filterschicht, durch welche die Würze klar abläuft. Der gelochte Boden, der sog. Läuterboden hält die groben Teile zurück und auf dieser groben Schicht können sich dann die immer feineren und feineren Teile ablagern, bis oben der fast schlammartige Oberteig sich ausbildet. Die Lochung des Läuterbodens ist einerseits für die Schichtenbildung, andererseits für die Abläuterung selbst wichtig. Früher haben die Läuterböden eine runde Lochung erhalten. Heute werden fast nur noch Läuterböden mit gefrästen Schlitzten verwendet (Abb. 79). Sowohl die runde Lochung, als auch die gefrästen Schlitzte sind konisch ausgebildet. Die Abläutergeschwindigkeit hängt von der Beschaffenheit der Treberschicht ab, abgesehen von der freien Durchgangsfläche des Läuterbodens. Die freie Durchgangsfläche der schlitzgefrästen

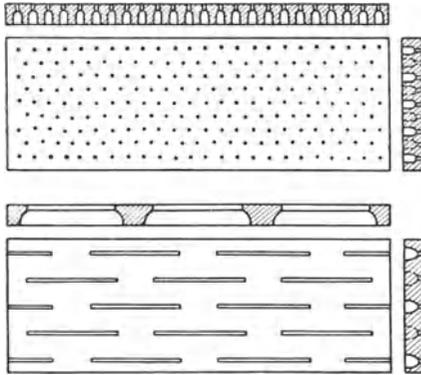


Abb. 79. Läuterböden.

Böden ist bei weitem größer als die der rundgelochten Böden. Die normale Schlitzweite ist 0,6 mm, die Schlitzlänge 40 mm. Je feiner die Schrotung ist, um so kleiner muß die Schlitzbreite sein, doch ist diese selten kleiner als 0,6 mm. Für Grobschrot findet man Böden bis 1,5 mm Schlitzbreite. Die Schlitzlänge wird oft auf 25 mm gewählt, dies hat aber keine Vorteile, im Gegenteil, die freie Durchgangsfläche wird verringert. Bei 0,6 mm Rundlochdurchgang bzw. 0,6 mm Schlitzbreite beträgt die freie Durchgangsfläche pro Quadratmeter Läuterbodenfläche

bei Rundloch-Böden mit	45000 Loch	=	0,0137
„	60000 „	=	0,0184
„	70000 „	=	0,0219
„	80000 „	=	0,0238
dagegen bei schlitzgefrästen Böden			0,0613

vorausgesetzt, daß die Schlitzentfernung 6,5 mm ist.

Obwohl die schlitzgefrästen Böden ein rascheres Abläutern ermöglichen, haben sie doch den Nachteil, daß bei gleicher Schlitzbreite und Rundlochbreite die Würze etwas trüber abläuft. Die Reinigung der geschlitzten Böden ist viel leichter. Der konische Teil der Schlitzung oder der Lochung ist nach unten gewendet, so daß die Oberfläche des Läuterbodens ganz glatt ist.

Die Form der Läuterbottiche ist viereckig oder rund, doch sind die runden mehr verbreitet, da ihre Arbeitsweise einfacher ist. In der

Brauerei und Extraktfabrikation sind fast nur runde Läuterbottiche im Gebrauch. Der Läuterboden besteht aus mehreren Teilen, nämlich aus Kreissektoren oder aus Vierecken.

Hat sich die Treberschicht ausgebildet, so wird die Würze durch diese Schicht filtriert. Unter dem Läuterboden befindet sich in geringem Abstand der eigentliche Boden des Bottichs, welcher an regelmäßig verteilten Stellen von Rohrleitungen durchbrochen ist (Abb. 78). Diese Rohrleitungen enden in der Läuterbatterie, welche in derselben Abbildung an der linken Seite zu sehen ist. Die Läuterbatterie ist eigentlich eine Reihe von Hähnen, welche die vorher erwähnten Rohrleitungen schließen und öffnen (Abb. 80). Wird ein Hahn geöffnet, so fließt die geläuterte Würze in die unter dem Hahne befindliche Rinne, welche auch Läutergrand genannt wird. Vom Läutergrand fließt dann die Würze in

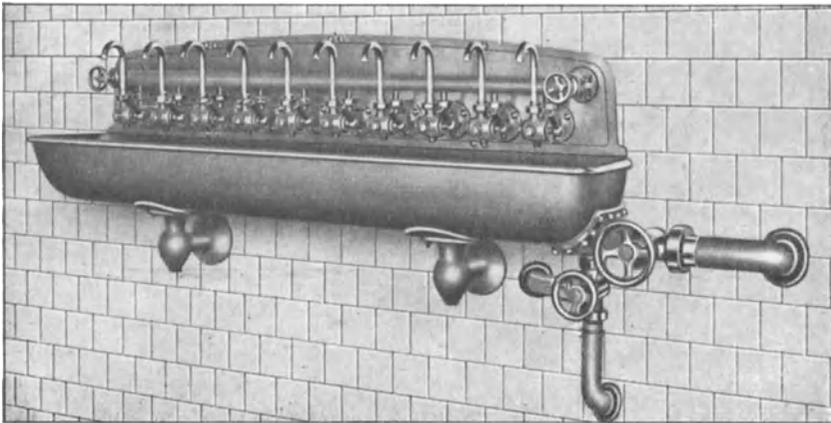


Abb. 80. Läuterbatterie. (A.-G. vorm. Skodawerke in Pilsen, Prag-Smichov.)

Behälter oder sie wird sogleich in den Verdampfer aufgesogen. Nachdem die Treberschicht sich ausgebildet hat, befindet sich in der unteren Treberschicht noch sehr viele Trübwürze. Öffnet man die Läuterhähne, so fließt zuerst also noch Trübwürze ab, welche allenfalls nicht mehr so trübe ist als bei noch nicht genügender Treberschicht. Öffnet man die Hähne gleich ganz, so fließt die Würze in zu schnellem Strome ab und die Würze wird nicht klar. Zweckmäßig öffnet man zuerst nur einen Hahn und auch diesen nur ganz wenig; läuft die Würze noch zu trübe, so ist die Schicht noch nicht geeignet und der Hahn wird geschlossen. Nach einigem Probieren wird man es leicht beurteilen können, ob die Schichtenbildung beendet ist. Ist dieser Zustand erreicht, so läßt man den ersten Hahn offen und öffnet langsam auch die anderen. Da die Würze im Anfang trübe fließt, kann sie so nicht verwendet werden und wird daher vom Läutergrand in den Läuterbottich zurückgepumpt. In Abb. 80

sieht man am rechten Ende des Läutergrandes 2 Rohrleitungen mit Ventilen. Die vertikale Leitung führt die geläuterte Würze ab, während die horizontale für die Trübwürze dient. Diese Leitung steht mit einer Pumpvorrichtung (Trübwürzepumpe) in Verbindung. Für kleinere Läuterbottiche verwendet man Flügelpumpen, welche mit der Hand bewegt werden. Für größere Leistungen bedient man sich der Zentrifugalpumpen. Dampfinjektoren kommen nur dann in Frage, wenn die Erhitzung der Würze keinen Schaden anrichtet. Für diastatische Würzen ist also ein Dampfinjektor keinesfalls geeignet. Steht komprimierte Luft zur Verfügung, so kann auch ein Luftstrahlinjektor verwendet werden. Von der Trübwürzepumpe steigt die Rohrleitung zum Läuterbottich hinauf. In Abb. 78 sieht man diese Anordnung ganz deutlich. Fließt die Würze vollkommen klar, so öffnet man langsam alle Hähne völlig. Ist die Würze abgelaufen, so wird von den Läuterrohren leicht Luft angesaugt, was das Abläutern der letzten Würzereste sehr erschwert. Um dies zu vermeiden, bringt man an den Hähnen überhöhte Rohre an, welche die Luftansaugung völlig ausschließen (Abb. 80). Die Läuterbatterie muß ständig rein gehalten und besonders von Infektionen geschützt werden. Zu diesem Zwecke sind die Läuterbatterien mit einer Dampfleitung verbunden und können daher leicht ausgedämpft werden. Überhaupt müssen sämtliche Würzerohrleitungen ausdämpfbar sein. Die Anzahl der Läuterhähne ergibt sich aus der Praxis. Bei kleineren Bottichen entfällt auf  $1 \text{ m}^2$  Läuterfläche ein Hahn. Bei größeren Bottichen geht man bis  $2 \text{ m}^2$ , doch verbindet man mit jedem Hahn 2 Rohrleitungen, welche einzeln von  $1 \text{ m}^2$  die Würze absaugen.

Nach beendetem Abläutern bleibt im Bottich die Treberschicht zurück, welche noch sehr viel Würze eingeschlossen hält, und zwar auf 100 kg Malzschüttung bleiben 100 l Würze zurück. Diese Würze ist ebenso wertvoll, wie die abgeläuterte und muß von den Trebern ebenfalls getrennt werden. Dies erfolgt im Läuterbottich durch Auslaugung. Die Läuterhähne werden abgeschlossen und zur Treberschicht wird heißes Wasser zugefügt.

Dieser erste Wasserzusatz heißt Nachguß. Um das Extrakt herauszubekommen, müssen die Treber mit dem Nachguß gut vermischt werden. Dies erreicht man mit der Auflocker- oder Aufhackvorrichtung. Die Auflockervorrichtung ist ein Rührwerk, welches aber eine ganz eigenartige Konstruktion besitzt. An zwei sich um die vertikale Antriebswelle drehenden Armen sind vertikale Aufhackmesser angebracht, deren Form in Abb. 78 abgebildet ist. Die beiden Arme reichen nicht in die Würze, bloß die Messer bewegen sich in der Treberschicht. Die vertikalen Messer sind um ihre Achse drehbar, so daß ihre Lage veränderlich ist. Die am linken Arm befestigten Messer sind mit ihren Schneiden tangential zu ihrer Kreisbahn eingestellt, während die rechts-

seitigen Messer um  $90^\circ$  gedreht sind, also in radialer Richtung stehen. Sind die Schneiden tangential eingestellt, so wird die Treberschicht bloß ganz leicht aufgefurcht. Dreht man die Schneiden, so steigt die auflockernde Wirkung und erreicht ihr Maximum bei  $90^\circ$ , wobei die Treber auf einer Kreisbahn vorwärts geschoben werden. Sind die Schneiden in einer mittleren Lage (schräg gestellt), so werden die Treber nach außen geschoben. Diese Stellung wird zum Entfernen der Treber (zum Aus-trebern) benutzt. Die ganze Auflockervorrichtung kann mit Hilfe eines hydraulischen Hubzylinders gehoben oder gesenkt werden. Man kann also ganz nach Wahl die ganze Treberschicht oder nur einen Teil, z. B. die Oberfläche auflockern. Bei größeren Läuterbottichen wird ein Höhenstand-anzeiger gebraucht, welcher die Lage der Auflockervorrichtung angibt.

Der Wasserzufluß erfolgt durch Dreharme (Segnersches Rad), welche aus gelochten Rohren bestehen, und zwar ist die Lochung an beiden Armen entgegengesetzt angebracht, so daß die Rückwirkung des ausströmenden Wassers die Dreharme in Bewegung setzt. Das ausströmende Wasser wird auf die ganze Oberfläche der Treberschicht gleichmäßig verteilt. Beim ersten Nachguß hackt man gewöhnlich die ganze Treberschicht auf. Nachdem das ganze Wasser zugeflossen ist, stellt man die Auflockervorrichtung ab und läßt die Maische ruhen, wenn dann die Treberschicht wieder ausgebildet ist, so beginnt man mit dem Abläutern. Beim nachfolgenden Anschwänzen kann unterbrochen oder ununterbrochen abgeläutert werden. Das unterbrochene Abläutern erfolgt ebenso wie beim ersten Nachguß, nur wird oft nur oberflächlich aufgekocht. Das ununterbrochene Abläutern erfolgt derart, daß vom Anschwänzapparat mit derselben Geschwindigkeit Wasser auf die Treberschicht fließt, als die Würze von der Läuterbatterie klar abfließt, dabei werden die Treber nur ganz oberflächlich aufgehackt oder gar nur mit tangentialen Schneiden durchfurcht. Die letzte Methode wäre wohl die beste, doch lassen sich gute Ergebnisse nur bei einem Wassermehrverbrauch erreichen, da das Anschwänzwasser die Treberschicht nicht ganz gleichmäßig durchdringt. Es bilden sich Kanäle, durch welche das Wasser schnell durchläuft, während andere Teile unausgelaugt bleiben. Glaubt man beim ununterbrochenem Auslaugen bis zum Glattwasser angelangt zu sein, so kann man nach dem Aufhacken einen starken Anstieg des Extraktgehaltes der Würze erleben. In der Praxis wird man am zweckmäßigsten beide Methoden zusammen anwenden. Die Treber werden nur mit einem Teil des Anschwänzwassers aufgehackt und nachdem das Abläutern begonnen hat, läßt man den restlichen Teil zufließen und läutert ununterbrochen. Dies kann solange wiederholt werden, bis Glattwasser abläuft.

Nachdem auch das Anschwänzen beendet ist, wird ausgetrebert, d. h. die Treber werden aus dem Läuterbottich entfernt. Zu diesem

Zwecke stellt man die Aufhackmesser, wie bereits erwähnt wurde, schräg ein, wodurch die Treber allmählich dem Bottichmantel zugehoben werden. Im Läuterboden befindet sich eine Öffnung, welche von einem Ventil abgeschlossen ist (Trebertür mit Treberventil). Das

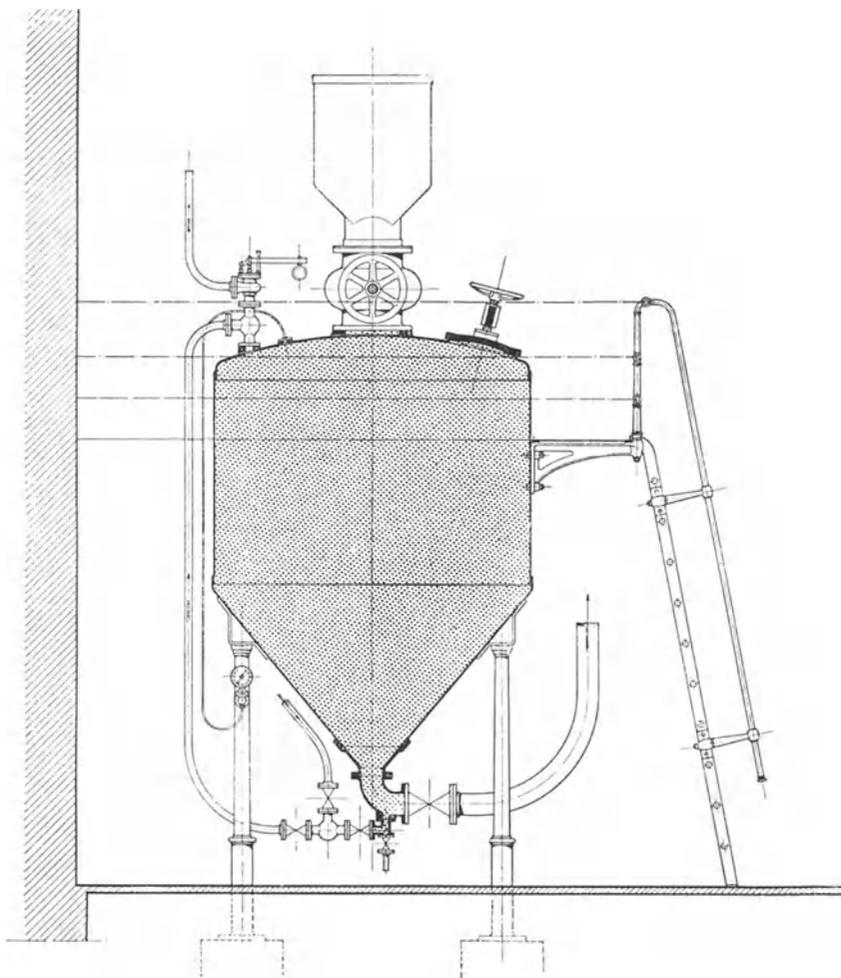


Abb. 81. Trebermontejeus. (A.-G. vorm. Skodawerke in Pilsen, Prag-Smichov.)

Treberventil wird mit einem Handrad von der Bottichbühne aus geöffnet (Abb. 78 rechts). Die schräggestellten Messer schieben die Treber durch das Treberventil in eine darunter befindliche Trebergosse. Zum Austrebern muß die Auflocker- und Austrebermaschine sich langsamer bewegen als beim Auflockern, weshalb der Antrieb zweierlei Geschwin-

digkeiten besitzen muß. Von der Trebergosse rutschen die Treber in einen Treberkasten. Befindet sich dieser Kasten an einer entfernteren Stelle, so transportiert man die Treber mittels Schnecke, Zentrifugalpumpe (Abb. 76) oder noch zweckmäßiger mittels eines Trebermontejus auf beliebige Entfernung (Abb. 81, A.-G. vorm. Skodawerke, Prag). Der Montejus ist ein geschlossenes Gefäß, in welches Druckluft oder Dampf geleitet werden kann. Die Treber werden durch das obere Füllventil eingefüllt, man schließt nun das obere Ventil ab, öffnet das untere Ventil und leitet die Druckluft oder den Dampf ein, wodurch die Treber in die anschließende Rohrleitung gedrückt werden. Dieser Transport ermöglicht die größte Sauberkeit im Betriebe.

Wird nach dem Stufenverfahren gearbeitet, so ist die Anwendung des Läuterbottichs sehr unbequem, da, nachdem der Kaltauszug abgeläutert ist, der Rückstand in den Maischbottich zurückgefördert werden muß. Werden mehrere Kaltauszüge erzeugt, so muß dies wiederholt werden. Eben deshalb wendet man zumeist ein einfaches Sudwerk an, welches mit einem gemeinsamen Maisch- und Läuterbottich arbeitet. Der Maisch- und Läuterbottich enthält sämtliche Elemente der getrennten Maisch- bzw. Läuterbottiche: Dunsthaube und Dunstkamin, Vormaischer, Läuterboden, Läuterbatterie, Rührwerk, Auflocker- und Austrebervorrichtung, Hubvorrichtung dazu, Anschwänzer, Thermometer, Trübwürzepumpe, Kalt-Heißwasser-Mischventil, Heißwassermesser, Heizmantel, Austreberöffnung, Trebergosse. Die Anordnung dieser Elemente ist in Abb. 76 vorzüglich zu sehen. Diese Abbildung stellt einen kombinierten Maisch- und Läuterbottich der A.-G. vorm. Skodawerke, Prag, dar. Die Ausführung unterscheidet sich bloß dadurch, daß der gemeinsame Antrieb des Rührwerkes und der Auflocker- und Austrebervorrichtung 3 Geschwindigkeiten besitzen muß. Die größte Geschwindigkeit dient zum Antrieb des Propellers. Zwischen Schneckenradübersetzung und Elektromotor ist noch ein Reduktionsgetriebe eingebaut. In älteren Betrieben findet man auch Rührwerke mit Riemenantrieb, wobei der Geschwindigkeitswechsel durch verschiedene Übersetzungen erreicht wird. Die ganze Anordnung ist kompliziert und schwerfällig. Der kombinierte Maisch- und Läuterbottich ist nicht nur für das Stufenverfahren, sondern auch für jedes andere Verfahren geeignet und hat auch den Vorteil, die Anlagekosten erheblich zu verringern.

Die vom Läuterbottich ablaufenden Würzen sind nicht immer klar. In erster Linie bezieht sich dies auf die Kaltauszüge, welche nur sehr schwer abläutern. Man ist gezwungen, diese trüben Würzen zu Dickextrakten zu verdampfen, die nicht sehr schön aussehen und beim Verdünnen einen starken Bodensatz liefern würden, welcher aus unverzuckerten Teilen und aus Verunreinigungen des Malzes, in erster Linie

aus Sand besteht. Um die Qualität der Extrakte zu verbessern, ist zu empfehlen, die trüben Würzen noch zu klären. Ein Absetzenlassen hilft nur wenig und nimmt sehr viel Zeit in Anspruch. Eine Filtration mit Filterpressen liefert klare, höchstens schwach opalisierende Würzen. Das Wesen dieser Filterpressen wird weiter unten bei dem Maischefilterbetrieb besprochen. Eleganter und schneller arbeiten die Zentrifugen, und zwar werden für diesen Zweck sieblose Zentrifugen verwendet. Es sind dies die Schälzentrifugen (Klärzentrifugen) und die eigentlichen sieblosen Schleuder (Separatoren). Die Klärzentrifugen sind Zentri-

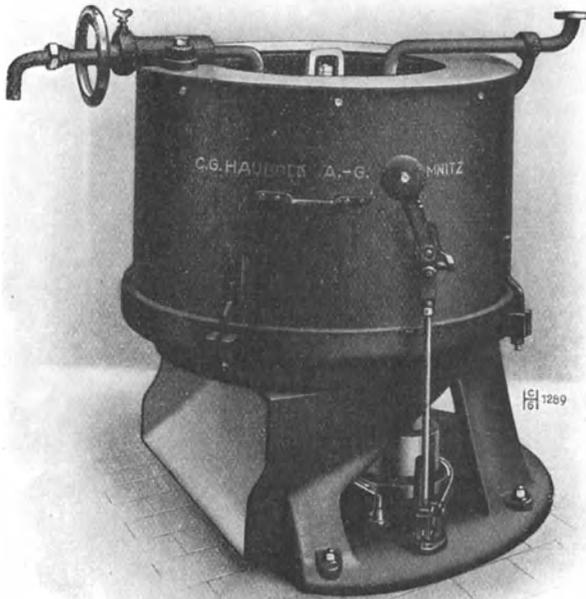


Abb. 82. Klärzentrifuge (Schälzentrifuge). (C. G. Haubold A.-G., Chemnitz.)

fugen, welche ungelochte Lauftrommeln besitzen. Die zu klärende Flüssigkeit (Würze) läuft in die Mitte der Trommel ein und wird von der Zentrifugalkraft an die Trommelwandung geschleudert. Die schwebenden Verunreinigungen legen sich als erste Schicht dicht an die Trommelwandung, die zweite Schicht ist die klare Flüssigkeit, welche in diesem Falle bedeutend größer ist als die erste. Erreicht die flüssige Schicht eine bestimmte Dicke, so taucht ein sog. Schälrohr in sie ein und leitet die geklärte Flüssigkeit ununterbrochen ab. Die Zentrifuge muß erst dann abgestellt werden, wenn die feste Schicht derart dick geworden ist, daß

das Klären nicht mehr möglich ist. Abb. 82 ist eine C. G. Hauboldsche Klärzentrifuge mit Untenentleerung. Die linksseitige Rohrleitung ist das Schälrohr, welches mittels Handrad für verschiedene Schichtendicke einstellbar ist. Demselben Zweck dient die Gee-Zentrifuge, welche eine längere Trommel besitzt. Außerdem wird die geklärte Flüssigkeit durch einen in der Trommelmitte untergebrachten gelochten Konus abgeleitet; das Schälrohr fehlt also. Die größere Trommellänge vergrößert die Klärwirkung. In diesem Sinne weicht auch die Sharples-Superzentrifuge (Sharples Specialty Company, Abb. 83) von der normalen Zentrifugenkonstruktion ab: der Trommeldurchmesser ist klein, dagegen ist die Trommellänge ein Vielfaches des Durchmessers (114 : 914 mm). Während die normale Zentrifuge eine verhältnismäßig geringe Drehzahl besitzt, bewegt sich die Sharples-Superzentrifuge mit 17000 Umdrehungen in der Minute. Die Flüssigkeit wird von unten in die Trommel eingeleitet und steigt an der Trommelwand in die Höhe, wobei die festen Verunreinigungen sich in einer nach oben dünner werdenden Schicht ablagern. Die Trommel füllt sich bis oben mit der Flüssigkeit. Die klare Flüssigkeit verläßt die Trommel in solcher Menge, wie unten frische zugeführt wird. Wenn die Trommel mit Schlamm

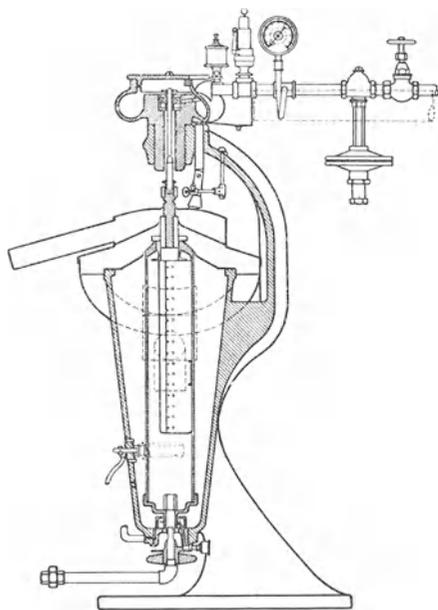


Abb. 83. Sharples-Superzentrifuge.  
(Sharples Specialty Company.)

gefüllt ist bzw. oben die Flüssigkeit nicht mehr klar abläuft, so wird abgestellt und die Trommel gereinigt bzw. ausgetauscht. Die Sharples-Zentrifuge ist in 3 Ausführungen bekannt: 1. Klärer (Clarifiers), 2. Trenner (Separator) für zwei Flüssigkeiten, 3. Feststoffaustragende Maschine (Solid Discharge Machines). Ausführung 1. und 3. sind zur Klärung der Würzen geeignet. Ausführung 1. kommt in Frage, wenn die Verunreinigungen (wie bei der Würze) nicht mehr als 1—2% betragen, wenn sie mehr betragen, so verwendet man die kontinuierlich arbeitende Ausführung 3. Eine besondere sieblose Schleuderkonstruktion stellen die Alfa-Laval-Separatoren dar, deren Prinzip vielfach nachgeahmt wurde. Eine geeignete Konstruktion für Würzeklärung ist nicht vorhanden. Der Verfasser hat mit Alfa-Hefeseparatoren vielfach Versuche

angestellt, doch arbeiten diese nicht kontinuierlich, da der Schlamm sich in der Trommel anhäuft und der Trommelraum sehr klein ist. Die Klärwirkung war stets hinreichend. Es ist wahrscheinlich, daß eine entsprechende Abänderung auch die Alfa-Separatoren für kontinuierlichen Betrieb geeignet machen würde.

Der Läuterbodenbetrieb ist nur mit Grobschrot möglich, obwohl mit Feinschrot eine höhere Ausbeute erreichbar ist. Um diesen Vorteil nicht zu verlieren, ist man in der Praxis zum Maischefilterbetrieb übergegangen. Das Feinschrot wird in einem Maischbottich, in welchen zweckmäßig ein Schlaggitterwerk eingebaut ist, verzuckert. Die verzuckerte Maische wird in eine Filterpresse gedrückt, wo die klare Würze

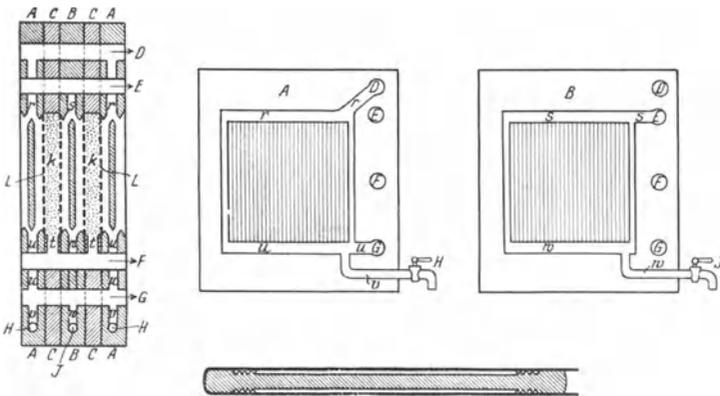


Abb. 84. Rahmenfilterpressenschema.

von den Trebern getrennt wird. Die Anwendung der Maischefilter verkürzt auch die Abläuterzeit.

Die Filterpressen haben im allgemeinen den Zweck, feste Stoffe aus Flüssigkeiten abzuscheiden, und zwar derart, daß der feste Filtrerrückstand von der Flüssigkeit möglichst vollkommen befreit und die abfiltrierte Flüssigkeit geklärt werden soll. Die Ausführung der Filterpressen ist je nach dem speziellen Zweck verschieden. In der Extraktfabrikation muß die Würze von den Trebern möglichst befreit werden, der Filtrerrückstand (die Treber) ist nicht ganz wertlos und wird daher auch nicht verworfen (s. Kap. VI). Die Filterpresse muß also das schnelle Abtrennen der Würze und ein vollkommenes Auslaugen der Treber ermöglichen; da die Trebermenge in der Maische relativ hoch ist, muß die Presse auf viel Rückstand eingerichtet sein.

Man unterscheidet zwei Hauptbauarten von Filterpressen: 1. die Kammerfilterpresse, 2. die Rahmenfilterpresse. Die erste Bauart wird nur dort gebraucht, wo mit geringem Filtrerrückstand gerechnet wird. Die Kammerfilterpresse kann also in erster Linie zur Klärung von Flüssigkeiten und so auch für Klärung der diastatischen Kaltauszüge

(S. 207) verwendet werden. Die Rahmenfilterpresse eignet sich auch für viel Filterrückstand, sie kann daher als Maischefilter verwendet werden. Beide Bauarten bestehen aus zwei Kopfstücken, und zwar aus einem feststehenden und einem beweglichen sowie aus zwei eisernen Tragspindeln, auf welchen die Filterelemente ruhen. Die Filterpressen werden je nach den Eigenschaften der Flüssigkeit aus Holz, Bronze, Eisen, Hartblei, Aluminium, Gummi usw. angefertigt. Für Malzwürzen eignet sich das Eisen vollkommen. Die Rahmenpresse (Abb. 84) besteht aus dreiteiligen Filterelementen. Die Platten *A*, *B* und der dazwischenliegende Rahmen *C* bilden ein Element. Zwischen Platte *A* und Rahmen *C*

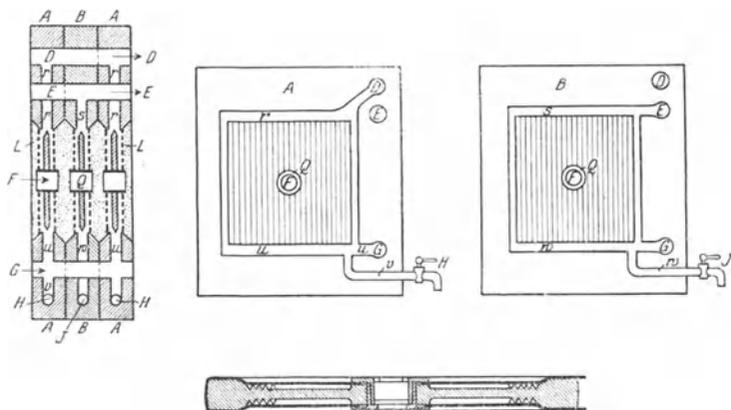


Abb. 85. Kammerfilterpressenschema.

sowie *B* und *C* ist je ein Filtertuch gespannt. In der Filterpresse wird eine größere Anzahl solcher Elemente nebeneinander gereiht, sie werden von den 2 Kopfstücken eingefasst und von einer Spindelpresse mit Handrad oder auf hydraulischem Wege aneinander gepreßt, so daß die Flüssigkeit an den Berührungstellen nicht ausfließen kann. Der Rahmen *C* sowie die beiden Filtertücher bilden einen Raum *K*, in welchen die zu filtrierende Flüssigkeit hineingedrückt wird. Sowohl die Platten als auch die Rahmen haben eine Öffnung, welche den Schlammkanal *F* bilden. Durch diesen Kanal wird die unfiltrierte Flüssigkeit in die Filterpresse geleitet. Die Platten *A* und *B* stehen mit Kanal *F* in keiner sonstigen Verbindung, während im Rahmen *C* ein Stichkanal *t* Kanal *F* mit dem Rahmeninneren verbindet. Die Flüssigkeit gelangt also durch Kanal *F* und *t* in den Raum *K*, wo die klare Flüssigkeit durch die Filtertücher *L* abläuft und die festen Teile im Raum *K* zurückbleiben. Der Filterdruck preßt die Filtertücher an die Platte *A* und *B*. Hätten diese eine glatte Oberfläche, so wäre das Filtrieren unmöglich, weshalb die Platten von oben nach unten geriffelt sind. Die klare Flüssigkeit läuft dann durch diese Riffel nach unten und verläßt die Presse durch die

Kanäle  $u-v$  bzw.  $w$  und durch die Hähne  $H-J$ . Haben sich die Räume  $K$  mit festen Teilen gefüllt, so wird das Filtrieren unterbrochen und der

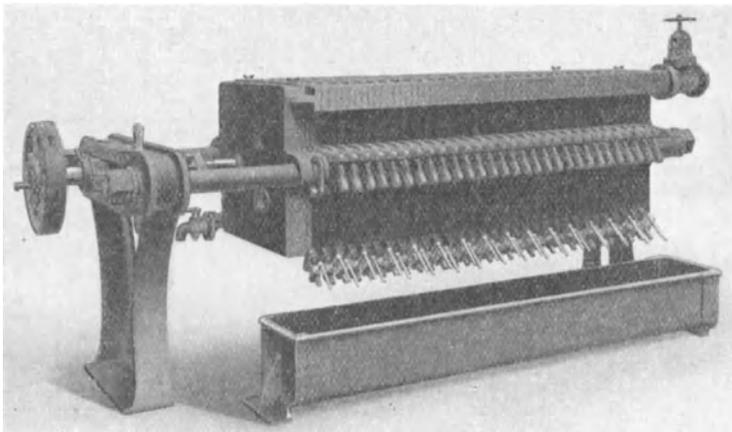


Abb. 86. Rahmenfilterpresse aus Eisen. (Wegelin & Hübner A.-G., Halle/Saale.)

Rückstand wird ausgelaugt. Es werden zuerst die Hähne  $H$  und  $J$  geschlossen und man drückt dann durch Kanal  $G$  reines Wasser in die Presse. Das Wasser gelangt durch Kanal  $u$  in jede  $A$ -Platte und fließt oben durch Kanal  $D$  ab, wodurch die Luft verdrängt wird. Jetzt schließt

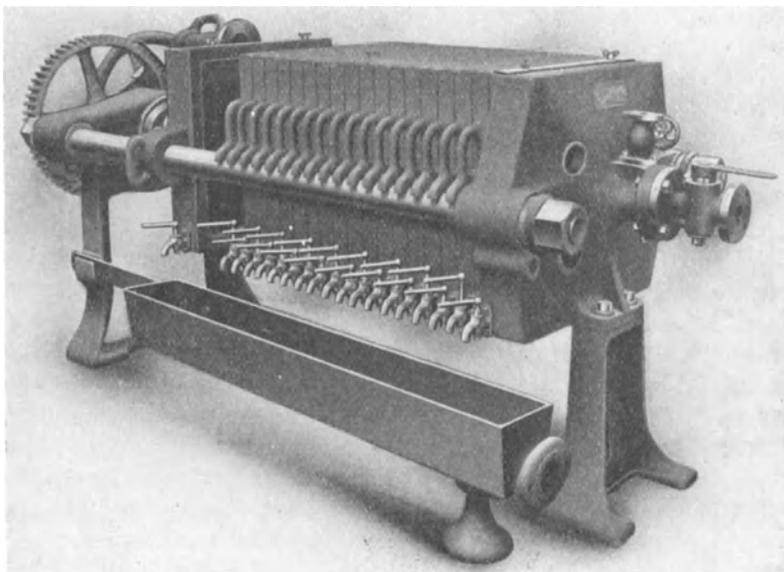


Abb. 87. Kammerfilterpresse. (Wegelin & Hübner A.-G., Halle/Saale.)

man Kanal *D* und öffnet die Hähne des Kanal *E* oder die Hähne *J*; letztere dann, wenn man auch die abfließenden Wasser benötigt, wie bei der Maischefiltration. Das Waschwasser durchdringt nun von den Platten *A* die Filtertücher *L* und die im Raum *K* gebildeten Kuchen, laugt diese aus und fließt dann durch Platte *B*, Kanal *s* und Kanal *E* bzw. Kanal *w* und Hahn *J* ab. Die Platten *A* und *B* sind also nicht gleichartig. Die Unterschiede sind aus Abb. 84 ebenfalls ersichtlich, ebenso wie die Befestigung der Filtertücher, welche für die Kanäle *D*, *E*, *F*, *G* entsprechende Lochung besitzen müssen. Bei den Kammer-

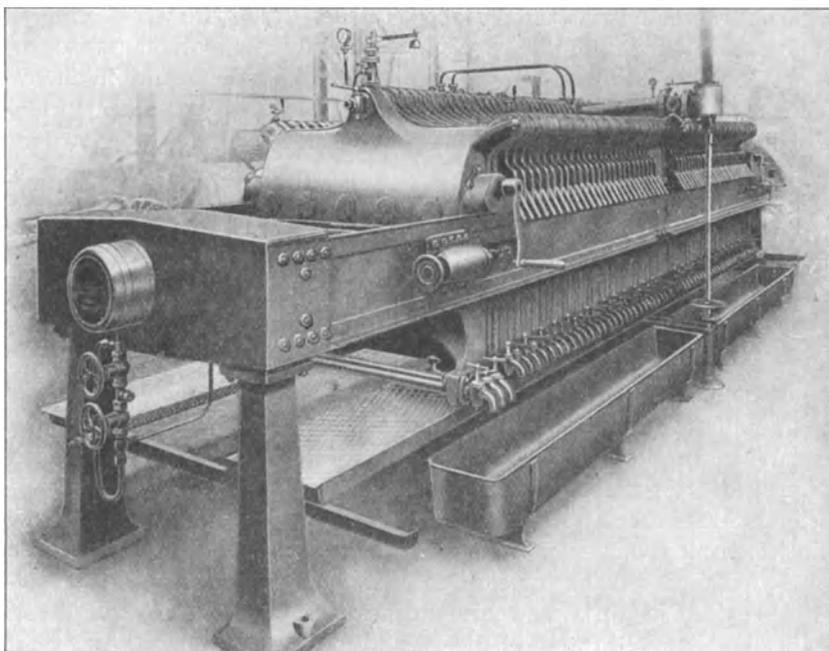


Abb. 88. Maischefilter. (A.-G. vorm. Skodawerke in Pilsen, Prag-Smichov.)

pressen (Abb. 85) fehlt der Rahmen *C* und der Raum *K* wird durch die vorspringenden Ränder der Platten *A* und *B* gebildet. Die Flüssigkeit dringt durch den zentralliegenden Schlammkanal *F* direkt in den Raum *K*, hier sammeln sich die festen Teile, das Filtrat dringt durch die Filtertücher *L* und fließt über Kanal *u—v* und *w* sowie durch die Hähne *H* und *J* ab. Das Auslaugen erfolgt gerade wie bei den Rahmenpressen über Kanal *G*, Platte *A*, Raum *K*, Platte *B*, Kanal *E* oder Hahn *J*. Die Platten *A* und *B* sind ebenfalls nicht gleichartig, der Unterschied ist aus Abb. 85 deutlich zu ersehen. Die Art der Befestigung der Filtertücher ergibt sich aus derselben Abbildung. Die Filtertücher müssen auch in

der Mitte ein Loch für Kanal *F* besitzen. Diese Öffnung wird mittels einer Tuchverschraubung abgedichtet.

Die Abb. 86 und 87 stellen Filterpressen der Wegelin & Hübner A.-G., Halle a. d. S., dar, und zwar ist Abb. 86 eine Rahmenfilterpresse aus Eisen, wogegen Abb. 87 eine Kammerfilterpresse aus Eisen ist. Abb. 88 ist eine spezielle Filterpressenkonstruktion für Maischefiltration, also ein Maischefilter der A.-G. vorm. Skoda werke, Prag, für 5000 kg Malzschüttung. Die Maische wird mit Hilfe von Plungerpumpen, Zentrifugalpumpen oder mit Montejus unter mäßigem Druck in das Maischefilter gedrückt.

Die Maischefilter bieten große Vorteile, doch wird ihr Gebrauch unbequem, wenn nach dem Stufenmaisverfahren gearbeitet wird, da die Treber aus der Presse mehrmals entleert werden müssen. Zu diesem Zwecke müssen die Platten und Rahmen voneinander geschoben werden, wobei die Treber hinausfallen. Dies ist eine ziemlich langwierige Arbeit. Der Verfasser hat zur Umgehung dieser Schwierigkeit Versuche angestellt, um das Abläutern mit Zentrifugen zu bewerkstelligen. Es wurden gewöhnliche Zentrifugen mit Untenentleerung und gelochter Trommel verwendet. An der Trommelwand wurde ein Filtertuch befestigt. Die Zentrifugalkraft schleudert die Würze klar ab, während die Treber in der Trommel bleiben. Ist die Trommel schon genügend mit Trebern gefüllt, so zentrifugiert man möglichst trocken und entleert dann die Zentrifuge. Dieses Verfahren erlaubt eine sehr schnelle Arbeitsweise und auch das Auslaugen läßt sich leicht durchführen, indem man das Wasser in die rotierende Trommel spritzt. Für größere Leistungen können die gewöhnlichen Zentrifugen nicht in Frage kommen, da sie schnell mit Trebern überlastet werden und das häufige Abstellen bzw. Entleeren nicht gerade erwünscht ist. Eine geeignete Konstruktion für größere Leistungen scheint die Großleistungszentrifuge der C. G. Haulbold A.-G., Chemnitz, zu sein, welche die Entleerung und die Füllung halb oder ganz selbsttätig erledigt. Es wäre von großem Interesse, wenn eine solche Zentrifuge in einem fortlaufenden Betriebe erprobt werden könnte.

Es wurden in der Praxis auch Saugtrommeln, Zellenfilter usw. für das Abläutern empfohlen, doch stehen keine näheren Angaben zur Verfügung.

#### b) Das praktische Maischen und Abläutern.

Die Extraktausbeute ist bei einem Malz mit gegebenen Eigenschaften sowie bei einem festgesetzten Maischverfahren eine Funktion der Schrotung. Je feiner die Schrotung, um so höher ist die Extraktausbeute. Wie bereits erwähnt wurde, kann Feinschrot nur im Maischefilterbetrieb zur Anwendung gelangen. Im Läuterbottichbetrieb wird

mit Grobschrot gearbeitet, doch ist die Beschaffenheit des Grobschrotes von größter Bedeutung.

Um eine gute Filterschicht am Läuterboden zu bekommen, müssen die Treber möglichst ganz erhalten bleiben und Mehl darf nur in ganz geringen Mengen im Schrot vorhanden sein. Ein gutes Grobschrot besteht aus

24,0<sup>0</sup>/<sub>0</sub> Spelzen,  
66,0<sup>0</sup>/<sub>0</sub> Feingrieß,  
10,0<sup>0</sup>/<sub>0</sub> Mehl.

Die Schrotbeschaffenheit muß ständig kontrolliert werden (s. analytischen Teil, Kap. VII).

Je mehr Spelzen erhalten bleiben, um so lockerer sind die Treber und um so leichter ist das Abläutern. Das Gerstenmalz liefert eine lockere Treberschicht, während Roggen und Weizen mit ihren dünnen Hülsen nur eine sehr schwache Filterschicht liefern. Diese beiden lassen sich allein im Läuterbottich nur sehr schwer aufarbeiten. Ebenso steht es mit dem Mais. Hafer liefert wieder eine sehr sparrige Treberschicht und wird daher oft als Zusatzmittel verwendet, um die Maischen läuterfähig zu machen.

Bei geeigneter Schrotbeschaffenheit hängt das Abläutern von der Treberschichtenhöhe ab. Die Schicht darf nicht zu niedrig sein, denn die Würze läuft dann nicht klar ab, die feinen schwebenden Teile werden nicht restlos zurückgehalten. Die Treberschicht soll aber auch nicht zu hoch sein, da der ablaufenden Würze zuviel Widerstand entgegengestellt wird. Die Treberschichtenhöhe wird durch die Malzmenge und durch die Läuterfläche festgelegt. Man rechnet zur Zeit auf 100 kg Malz 1 m<sup>2</sup> Läuterfläche, obwohl bei alleinigem Aufarbeiten von Malz auch 0,7 m<sup>2</sup> genügen.

Die zum Einmaischen benutzten Wassermengen sind sehr verschieden und hängen vom Maischverfahren ab, doch dürfte im allgemeinen die Gesamtmenge das 7—10fache der Malzschüttung betragen. Der Hauptguß (die Stammwürze) verhält sich zum Nachguß gewöhnlich wie 1 : 1—1 : 2. Die Wassermengen richten sich nach dem gewünschten Ergebnis und ergeben sich aus den einzelnen weiter unten gegebenen Vorschriften.

Beim Abläutern wird der Extraktgehalt der abfließenden Würze ständig überprüft, und zwar bestimmt man gewöhnlich den Saccharometergrad (s. analytischer Teil, Kap. VII). Das Anschwänzen bzw. Auslaugen wird soweit getrieben, bis der Saccharometergrad unter 0,5<sup>0</sup> liegt. Im Maischfilterbetrieb läßt sich vielleicht schneller und vollkommener auslaugen. Die Auslaugung ist kontinuierlich und erfordert deshalb weniger Wasser. Ebenso steht es, wenn mit Zentrifugen gearbeitet wird. Für diastatische Extrakte wird die Auslaugung nicht

so weit getrieben, da die Verdampfdauer verlängert wird, und dadurch größere Diastaseverluste entstehen, außerdem hält die Extraktmehrausbeute den Verdampfungskosten nicht das Gleichgewicht.

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen sollen einige konkrete Vorschriften zur Erzeugung von Nährextrakten und diastatischen Extrakten gegeben werden, welche verschiedenst mögliche Kombinationen darstellen. In erster Linie bezieht sich dies auf das Stufenmaisverfahren.

**Das Dreimaisverfahren:** Malzschüttung 1000 kg.

I. Hauptguß: Mit 3000 l Wasser von 35° einmaischen, gleichzeitig wird das Rührwerk in Bewegung gesetzt, nun wird ein Drittel der Maische (also ungefähr 1330 kg) abgelassen und aufgeköcht. Die gekochte Maische wird in den Maischbottich zurückgepumpt, wodurch die Maischtemperatur auf 50—52° steigt. Bei dieser Temperatur beläßt man die Maische 25—30 Min. Die Länge dieser Periode bestimmt den Stickstoffgehalt der Würze (Eiweißrast). Jetzt wird wieder ein Drittel der Maische abgelassen, gekocht und zurückgepumpt, wobei die Temperatur auf 65 bis 67° C steigt. Bei dieser Temperatur wird verzuckert. Die Verzuckerung wird mit Jod geprüft, besonderes Gewicht wird dabei auf das Verhalten der Treber gelegt. Durch Aufkochen eines weiteren Drittels der Maische wird die Temperatur auf 75—80° gesteigert. Die Würze erlangt hier den „Bruch“, sie wird nun ganz klar und leicht ablätbar. Das Rührwerk läuft vom Anfang bis zum Endpunkt. Die fertige Maische wird abgelättert, wozu im Läuterbottich eine Rast von 30—60 Min., je nach Malzqualität erforderlich ist. Das Ablättern selbst nimmt ca. 40—60 Min. in Anspruch, wenn genügend Läuterhähne vorhanden sind. Der Saccharometergrad der ablaufenden Stammwürze beträgt meistens 16—20°.

II. Nachguß: 1600 l Wasser von 75—80° C unter gleichzeitigem Aufhacken zugießen (15—25 Min.), Rast 30—60 Min., Ablättern 20 bis 60 Min., Sacch. 6—14°.

III. Anschwängung: 1300 l Wasser von 75—80° C durch das Segnerrad zufließen lassen, aufhacken (15—25 Min.), Rast 20—25 Min., Ablättern 25—60 Min., Sacch. 2,5—5°.

IV. Anschwängung: 1000 l Wasser von 75—80° C, aufhacken (10—20 Min.), Rast 20—50 Min., Ablättern 15—40 Min., Sacch. 1,2—2°.

V. Anschwängung: 1000 kg Wasser von 92°, aufhacken (15 bis 20 Min.), Rast 20—40 Min., Ablättern 15—30 Min., Sacch. 0,3—1°.

Wird mit Maischfilter gearbeitet, so entfällt das getrennte Anschwängen und es wird kontinuierlich ausgelaut.

**Das Zweimaisverfahren:** Schüttung 1000 kg.

I. Hauptguß: Mit 3000 kg Wasser von 50° C einmaischen. (Die Temperatur sinkt auf ca. 47° C.) Das Rührwerk wird in Gang gesetzt. Nach 30 Min. wird ein Drittel der Maische abgezogen und aufgeköcht.

Die gekochte Maische wird der Stammmaische zugeführt, so daß die Temperatur auf 65° C steigt. Bei dieser Temperatur wird verzuckert (Jodprobe!). Nachdem verzuckert ist, wird wieder ein Drittel der Maische abgezogen, gekocht und der Stammmaische zugesetzt; die Temperatur steigt auf 78—80° C und der Bruch tritt ein. Jetzt folgt eine Rast von 30—60 Min., worauf abgeläutert wird. Sacch. 16—20°.

II. Nachguß, sowie III, IV, V Anschwängung genau wie beim Dreimaischverfahren.

**Das Einmaischverfahren:** Schüttung 1000 kg.

I. Hauptguß: Mit 3000 l Wasser von 35° C einmaischen. Das Rührwerk wird in Gang gesetzt und man beläßt die Maische  $\frac{1}{2}$  Stde. bei 35°. Nach Verlauf dieser Temperatur heizt man die Maische an, so daß die Temperatur in der Minute um 1° C ansteigt. In ungefähr 25 Min. erreicht man 63° C; bei dieser Temperatur läßt man die Maische 1 Stde. verweilen und prüft alle 5 Min. die Verzuckerung mit Jod. Nachdem zumindest 1 Stde. verlaufen ist, steigert man die Temperatur mit der vorher erwähnten Geschwindigkeit bis auf Bruch und läutert sodann ab. Sacch. 16—20° C.

**Hochkurzmaischverfahren:** Schüttung 1000 kg.

I. Hauptguß: Mit 3000 l Wasser von 68—70° C einmaischen. Die Maischetemperatur beträgt ungefähr 63° C. Die Verzuckerung wird mit Jod geprüft und dauert ca. 25—60 Min., je nach Malzqualität. Das Rührwerk wird sodann abgestellt und es wird der Maische eine Rast von 30—60 Min. gewährt, bis die Treberschicht entstanden ist. Das Abläutern dauert 20—60 Min.

Nachguß und Anschwängungen, wie beim Dreimaischverfahren. Dieses Verfahren ist zur Erzeugung von Nährmalzextrakten vorzüglich geeignet.

**Das Vormaischverfahren:** Schüttung 1000 kg Malz.

I. Hauptguß: Mit 3000 l Wasser von 35° C einmaischen. Die Maische wird 6 Stdn. stehengelassen. Inzwischen läßt man das Rührwerk abwechselnd je 1 Stde. laufen bzw. stehen. Nach Verlauf dieser Zeit wird z. B. nach dem Einmaischverfahren a) weitergemaischt.

**Das Eiweißrastverfahren:**

Man arbeitet nach dem Einmaischverfahren a), doch wenn man 50° C erreicht hat, hält man die Temperatur nach Bedarf  $\frac{1}{2}$ , 1 Stde. oder noch länger konstant und maischt dann nach gegebener Anweisung weiter. Auch das Vormaischverfahren kann verwendet werden, nur muß man vor der Temperatursteigerung 6 Stdn. bei 35° C vormaischen.

**Das Sud- und Druckmaischverfahren:**

Es wird nach welchem Verfahren immer bei 35° C eingemaischt. Man läutert ein Fünftel des Kaltauszuges ab. Dieser Kaltauszug wird zur Seite gestellt. Der Rest wird fertiggemaischt und normal abgeläutert und an-

geschwänzt. Die Treber werden mit dem Glattwasser  $\frac{1}{2}$  Stde. lang gekocht, oder man erhitzt die Treber in einem Autoklav (Dämpfer, S. 182)  $\frac{1}{2}$  Stde. auf 2,5 Atm. Man läßt nun die Treber abkühlen und stellt die Temperatur durch Kaltwasserzusatz auf 50° C ein. Jetzt setzt man den vorerwähnten Kaltwasserauszug den Trebern zu, beläßt die Maische  $\frac{1}{2}$  Stde. bei dieser Temperatur und erhitzt sie sodann auf 65° C, verzuckert hier nochmals, läutert ab und schwänzt an, wenn erforderlich.

#### Das Stufenmaisverfahren:

α) Für diastatische Backextrakte. Malzschüttung: 1000 kg.

I. Kaltauszug: Man maischt mit 3000 l Wasser von 47° C in einem Maisch- und Läuterbottich ein. Das Einmaischen dauert ungefähr 25—30 Min. Inzwischen läuft das Rührwerk. Die Maische wird auf 50° C erwärmt. Das Rührwerk wird abgestellt, 30—60 Min. Rast. Das Abläutern geht sehr schwer, die Würze läuft ganz trübe ab. Sacch. 8—11°. Dieser Kaltauszug wird von der Stammwürze und von den Anschwänzungen getrennt weiterbehandelt.

II. Hauptguß: Zum Rückstand werden 1500 l Wasser von 62,5° C zugemaischt. Man verzuckert bei dieser Temperatur (Jodprobe!) und erwärmt allmählich auf 70° C (ca. 50 Min.), Rast 25—60 Min., Abläuterung 25—30 Min., Sacch. 12—15°. (Stammwürze.)

III. Anschwängung: Mit 1700 l Wasser von 70° C, aufhacken, Dauer 15—20 Min., Rast 25—30 Min., Abläuterung 20—30 Min., Sacch. 5—8°.

IV. Anschwängung: Mit 800 l Wasser von 70° C, aufhacken, Dauer ca. 20 Min., Rast 25—30 Min., Abläuterung 15—25 Min., Sacch. 2,2—4,3°.

V. Anschwängung: Mit 1000 l Wasser von 92° C, aufhacken, Dauer 15—20 Min., Rast 25—30 Min., Abläuterung 15—20 Min., Sacch. 0,9—2,2°.

β) Für stickstoffreiche Backextrakte. Malzschüttung: 1000 kg.

I. Kaltauszug: Mit 3000 l Wasser von 35° C in einem Maisch- und Läuterbottich einmaischen (25—30 Min.). Das Rührwerk wird in Gang gesetzt. Die Temperatur wird 1 Stde. lang konstant gehalten. Nach Verlauf dieser Zeit wird die Temperatur auf 50° C erhöht, man hält sie hier wieder 1 Stde. lang konstant. Nun wird das Rührwerk abgestellt, 30—50 Min. Rast. Das Abläutern geht schwer, die Würze läuft trübe ab. Sacch. 10—13°. Der Kaltauszug wird von der Stammwürze getrennt weiterbehandelt. 100 l Kaltauszug werden zur Seite gestellt.

II. Hauptguß: Zum Rückstand werden 1500 l Wasser von 62,5° C zugemaischt und man verzuckert bei dieser Temperatur (Jodprobe!) und erwärmt allmählich auf 70° C (50 Min.), Rast 25—60 Min., Abläuterung 25—30 Min., Sacch. 12—15°.

III. Anschwängung: 1600 l Wasser von 70° C., aufhacken (15 bis 20 Min.), Rast 25—30 Min., Abläuterung 20—30 Min., Sacch. 4—7°.

IV. Anschwängung: Mit 800 l Wasser von 70° C., aufhacken (15 bis 20 Min.), Rast 25—30 Min., Abläuterung 15—25 Min., Sacch. 2—3°.

V. Aufschließung: Den Trebern wird 400 l heißes Wasser zugesetzt, worauf  $\frac{1}{2}$  Stde. gekocht wird, oder aber man erhitzt im Dämpfer  $\frac{1}{2}$  Stde. bei  $2\frac{1}{2}$  Atm. Der gekochten Maische setzt man 400 kg kaltes Wasser zu und erwärmt auf 50° C. Nun setzt man 100 l Kaltauszug zu und maischt  $\frac{1}{2}$  Stde., erhitzt dann auf 63° C, verzuckert und läutert ab. Rast 25—30 Min., Abläuterung 15—25 Min., Sacch. 1,5—3,0°.

VI. Anschwängung: 400 kg Wasser von 92° C, aufhacken (15 bis 20 Min.), Rast 25—30 Min., Abläuterung 15—25 Min., Sacch. 0,7—2°.

γ) Für stickstoffreiche Backextrakte. Malzschüttung: 1000 kg.

I. Kaltauszug: Mit 3000 l Wasser von 35° C im Maisch- und Läuterbottich einmaischen. Die Maische bleibt 6 Stdn. (Vormaische) bei dieser Temperatur. Das Rührwerk läuft und steht abwechselnd je 1 Stde. still. Nach Verlauf dieser Zeit wird auf 50° C erhitzt, hier verweilt man 1 Stde. (Eiweißrast). Nach 30—50 Min. Rast wird abgeläutert. Das Abläutern geht besser als bei α) und β). Sacch. 12—15°. Der Kaltauszug wird von der Stammwürze getrennt weiterbehandelt.

II. Hauptguß: Bei 50° C werden 1600 l Wasser zum Rückstand zugemaischt. Das Rührwerk läuft 1 Stde. bei dieser Temperatur, wonach auf 63° erhitzt wird. Hier verzuckert man und erhöht die Temperatur auf 70° ( $1\frac{1}{2}$  Stdn.), Rast 25—60 Min., Abläuterung 25—30 Min., Sacch. 12—15°.

III. Anschwängung: 1600 l Wasser von 70° C., aufhacken (15 bis 20 Min.), Rast 25—30 Min., Abläuterung 20—30 Min., Sacch. 4—7°.

IV. Anschwängung: Mit 800 l Wasser von 70° C., aufhacken (15 bis 20 Min.), Rast 25—30 Min., Abläuterung 15—20 Min., Sacch. 2—3°.

V. Aufschließung: Die Treber werden ohne Wasserzusatz im Dämpfer auf  $2\frac{1}{2}$  Atm. 1 Stde. lang erhitzt. Den aufgeschlossenen Trebern fügt man 500 l heißes Wasser zu und beginnt nach ca. 25 bis 30 Min. Rast mit dem Abläutern. Sinkt die Würzeoberfläche bis zur Treberschicht, so schwängt man mit noch 1000 l Wasser durch das Segnersche Rad und läutert kontinuierlich ab. Sacch. sinkt von 1,5—3° bis 0,7—1,5°.

δ) Für Backextrakte mit erhöhter DK.

Das Maischen wird nach Verfahren α), β), γ) geleitet, doch wird nicht abgeläutert, sondern die Würze wird mit Maischefilter oder besser in einer Zentrifuge abgetrennt. Während bei den vorher beschriebenen Verfahren nur ca. 1800—2000 l Kaltauszug ablaufen, erhält man hier 2300—2500 l Kaltauszug, wodurch die Diastaseausbeute um ca. 25%

erhöht wird. Die Stammwürze sowie der Nachguß können ebenso abgetrennt werden. Der Wasserverbrauch ist um ca. 20—25% kleiner.

e) Für Textilextrakte, hohe DK. Malzschüttung: 1000 kg.

I. Kaltauszug: Bei 47—50° C mit 3000 l Wasser einmaischen. Die Maische wird auf 50° erwärmt (20—35 Min. Rührwerk). Rast 30 bis 60 Min., Abläutern 20—30 Min., Sacch. 8—11°.

II. Kaltauszug: Bei 47—50° zum Rest 2000 l Wasser zumaischen (Rührwerk 15—20 Min.). Die Maische auf 50° erwärmen. Rast 30 bis 60 Min. Abläutern 20—30 Min., Sacch. 6—9°.

Die Kaltauszüge I und II werden miteinander gemischt und von der Stammwürze und von den Anschwänzungen getrennt weiterbehandelt.

III. Stammguß: Zum Rückstand werden 1300 l Wasser von 62,5° zugemaischt. Man verzuckert bei dieser Temperatur (Jodprobe!) und erwärmt allmählich auf 70° C (bis ca. 50 Min.). Rast 25—50 Min., Abläuterung 20—30 Min., Sacch. 10—15°.

IV. Anschwängung: Mit 800 l Wasser von 70° C, aufhacken (15—20 Min.), Rast 25—30 Min. Ist beim Abläutern die Wasseroberfläche bis zur Treberschicht gesunken, so läßt man noch 800 l Wasser von 80° C durch das Segnersche Rad auf die Treberschicht fließen und läutert ununterbrochen ab (20—45 Min.). Sacch. 2—7° (gegen Ende sinkt der Saccharometergrad stark).

V. Anschwängung: 700 l Wasser von 80° C, aufhacken (15 bis 20 Min.), Rast 25—50 Min. Mit weiteren 700 kg Wasser von 92° C ununterbrochen abläutern (25—50 Min.), Sacch. 0,6—2°.

Die Anschwänzungen IV und V werden mit der Stammwürze III nicht vermengt; sie werden entweder Nährextrakten oder Backextrakten zugesetzt.

ζ) Für Textilextrakte mit erhöhter DK.

Die Maischen werden wie e) geleitet, doch werden die fertigen Maischen abzentrifugiert oder im Maischefilter abfiltriert. Die DK wird um ca. 25% erhöht. Der Wasserverbrauch ist um 20—25% kleiner.

η) Für Backextrakte mit hohem Stickstoffgehalt. Malzschüttung: 1000 kg.

I. Kaltauszug: Wie α), β), γ), δ). Hat man die Temperatur von 50° erreicht, so ersetzt man der Maische ein Hefeautolysat aus 20 kg Trockensubstanz enthaltender Bierhefe oder Preßhefe zu. Das Autolysat wird durch dreistündiges Erwärmen der Hefe auf 50° C erzeugt. An Stelle des Autolysates kann ein durch Kochen der Hefe gewonnenes Hefeextrakt verwendet werden. Es wird normal fertig gemaischt.

Hauptguß II, Anschwängung III, IV und Aufschließung V nach β).

**Maischverfahren für Soxhlets Nährzucker, Stärkeverzuckerung:**

a) 500 kg Kartoffelstärke (*Amylum solani*) werden in einem Maischbottich mit ca. 4000 kg Wasser angerührt und verkleistert, dann wird

durch Zusatz von 1000 kg Wasser und unter sonstigem Kühlen (Kühlschlange im Maischbottich) auf 70° gekühlt. 12 Stunden früher setzt man aus 150 kg Malz mit 450 kg Wasser von 35° C einen Kaltauszug an. Der abgeläuterte Auszug wird dem Kleister zugesetzt, wodurch dieser verzuckert wird. Gibt der Kleister keine blaue Jodreaktion mehr, so wird die verzuckerte Lösung schnell aufgeköcht und mit einer Filterpresse klarfiltriert. Der mit diesem Verfahren gewonnene Nährzucker enthält verhältnismäßig viel Maltose: 35—40% auf die Trockensubstanz berechnet. Da der Nährzucker säurefrei sein muß, setzt man der verzuckerten Lösung vor dem Aufkochen  $\text{CaCO}_3$  oder  $\text{NaHCO}_3$  zu. Die Verzuckerung dauert ungefähr 1—1½ Stdn. An Stelle der Kartoffelstärke kann auch Maniokastärke oder Weizenstärke verwendet werden. Da aber letztere oft eine saure Reaktion besitzt, verläuft die Verzuckerung schlecht, so daß die Säure vorerst mit Alkalien abgestumpft werden muß.

b) Zuerst bereitet man einen Diastase Kaltauszug aus 130 kg Malz mit 1000 l Wasser (12 Stdn.). Im Maischbottich kocht man 700 l Wasser auf. In einem anderen Bottich rührt man 500 kg Stärke mit 200 l Wasser und 1 l Kaltauszug knollenfrei an und gießt das Gemisch zu dem kochenden Wasser. Man kocht 10 Min., wodurch die Stärke ganz verkleistert wird. Der Kleister wird auf 85° abgekühlt, nun gießt man 200 l Kaltauszug zu. Die Temperatur sinkt auf 76°. In 3½—4 Min. ist die Verzuckerung beendet, und man kocht die Lösung auf. Von der Lösung zieht man 200 l ab, kühlt sie auf 60° und rührt 100 kg Stärke dazu. Das Gemisch wird zum kochenden Inhalt des Maischbottichs gegossen. Die Stärke wird verkleistert. Der Kleister wird auf 85° abgekühlt und man gießt wieder 200 l Kaltauszug dazu. Die Temperatur sinkt auf 76°. Ist die Verzuckerung beendet (3,5—4 Min.), so kocht man auf und wiederholt den beschriebenen Vorgang noch zweimal, so daß insgesamt 400 kg Stärke verarbeitet werden. Der Maltosegehalt beträgt ungefähr 30% auf die Trockensubstanz berechnet.

c) 500 kg Stärke werden mit 2000 kg Wasser knollenfrei angerührt, und man erwärmt das Gemisch auf 35—40° C. Nun mischt man einen Kaltauszug aus 160 kg Malz und 500 kg Wasser (12 Stdn.) dazu und erhitzt in raschem Tempo auf 70° C. Das Erhitzen muß so geführt werden, daß die Stärke ohne Verkleisterung verflüssigt wird. Verschwindet die blaue Jodreaktion, so wird rasch aufgeköcht und nachher mit einer Filterpresse filtriert. Die nach diesem Verfahren gewonnenen Lösungen enthalten stets weniger Maltose, als 30% (bis 20—23%) auf die Trockensubstanz berechnet.

d) Da der Soxhletsche Nährzucker stickstofffrei sein muß, können die in den nach a), ab), c) gewonnenen Lösungen befindlichen Eiweißabbauprodukte durch Zusatz von eiweißfällenden Stoffen wie z. B. Tannin gefällt werden, wodurch auch die Lösungen völlig geklärt werden.

Die Größe des Tanninzusatzes muß von Fall zu Fall empirisch festgestellt werden.

Die bisher beschriebenen Verfahren haben sich außer dem Verfahren für Soxhlets Nährzucker ausschließlich auf die Verzuckerung von reinem Gerstendarrmalz bezogen. Für Nährzwecke werden selten sonstige Stärkesubstanzen zugemischt. Die Verzuckerung wird in solchen Fällen ebenso geleitet wie es vorher beschrieben wurde. Auch dann ist keine Änderung erforderlich, wenn das Darrmalz zum Teil z. B. bis 80% mit Grünmalz ersetzt wird.

Zu bemerken sei noch, daß beim Maischen auf Diastase die in den Würzen übergegangene DK stets bestimmt und auf die Gesamtmenge berechnet werden muß. Wir haben z. B. ein Darrmalz mit  $DK = 7000$ . 1000 kg Darrmalz enthalten also 7000000 DK-Einheiten. Man erzeugt nach dem Stufenmaisverfahren einen Kaltauszug und gewinnt nach dem Abläutern 2000 l Würze, deren  $DK = 2625$  ist; der Kaltauszug enthält also 5250000 DK-Einheiten. Die Stammwürze beträgt ca. 1500 l mit einer  $DK = 300$ ; die Stammwürze enthält also  $300 \times 1500 = 450000$  DK-Einheiten. Insgesamt hat man also 5700000 DK-Einheiten in den Würzen gewonnen; dies entspricht einer 81,4proz. DK-Ausbeute.

Die auf die beschriebene Art gewonnenen Würzen werden in Verdampfstationen zu Dickextrakten eingedickt und nachher evtl. getrocknet oder ohne vorheriges Eindicken getrocknet.

#### c) Die Betriebsanordnung.

Die allgemeine Betriebsanordnung betreffend muß bemerkt werden, daß der Einbau der Apparatur möglichst untereinander erfolgen soll. Im obersten Stockwerk befindet sich die Malzputzerei, die automatische Waage und die Mühle. Darunter folgt der Schrotkasten. Im mittleren Stockwerk befindet sich das Sudhaus, während der Antrieb der Maisch- und Läuterbottiche vom untersten Stockwerk erfolgt. In Abb. 55 ist die Putzanlage und die Mühle in den beiden obersten Stockwerken untergebracht, während der Maischbottich gegenüber dem Läuterbottich erhöht, doch im untersten Stockwerk eingebaut ist. Am tiefsten befindet sich eine Würzpfanne. Die innere Einrichtung eines Sudhauses kann man aus Abb. 75 ersehen.

## IV. Das Verdampfen.

Die nach den in Kapitel III beschriebenen Verfahren gewonnenen Dünnextakte (Dünnwürzen) müssen eingedickt werden, da das Wasser überflüssig ist und außerdem hat die Konzentration so manche Vorteile hinsichtlich der Lagerung, der Transportfähigkeit und der Haltbarkeit. Ein Umgehen mit großen Flüssigkeitsmengen ist recht unbequem und

unpraktisch. Die Nährextrakte sind in konzentrierter Form genießbarer und können für irgendwelchen Zweck nach Wunsch verdünnt werden.

Das Verdampfen hat also einen mehrfachen Sinn und muß stets derart schonend erfolgen, daß die Eigenschaften der Extrakte dabei möglichst wenig verändert werden. Dies ist besonders bei diastatischen Extrakten wichtig, obwohl die Nährextrakte ebenfalls empfindliche Substanzen sind. Die handelsüblichen Nährextrakte haben heute eine helle Farbe und einen reinen Malzgeschmack. Werden die Würzen auf hohe Temperaturen erhitzt, so bräunen sie sich und das Dickextrakt wird ganz dunkelbraun. Je niedriger die Verdampftemperatur ist, um so heller bleibt die Farbe des Dickextraktes. Aber auch der Vitamin-gehalt erfordert eine niedrige Verdampftemperatur. Bei hohen Temperaturen erhalten die Extrakte einen etwas bitteren, brenzlichen Geschmack, da sie anbrennen und karamellisieren. Also schon die Nährextrakte müssen bei niedrigen Temperaturen verdampft werden. Weit wichtiger ist dies bei den diastatischen Extrakten, da wir wissen, daß die Diastase und noch mehr die Peptase bei längerem Erhitzen auch bei relativ niedrigen Temperaturen mehr oder weniger zerstört wird (S. 37). Da für sämtliche Extraktarten nur eine niedrige Verdampftemperatur in Frage kommt, ist es klar, daß die Verdampfung selbst unter vermindertem Druck, in Vakuumverdampfern vorgenommen werden muß. Die geeignetste Verdampftemperatur läßt sich mit 45° C festlegen, um brauchbare Extrakte zu erhalten, da einerseits über 50° C die Diastase viel zu schnell zerstört wird, andererseits erfolgt das Verdampfen bei niedrigeren Temperaturen sehr langsam. 45° C ist jene Temperatur, bei welcher die Diastase nur in geringem Maße zerstört wird, weshalb heute die Verdampfung fast überall bei dieser Temperatur erfolgt. Diese Temperatur entspricht einem Druck von 0,0971 kg/cm<sup>2</sup> oder 71,4 mm Hg, d. h. die Verdampfung wird in einem Vakuum von 688,5 mm Hg durchgeführt. Die zur Anwendung gelangenden Verdampfstationen müssen also dieser Bedingung genügen, um als zweckmäßig für die Eindickung der Malzextrakte angesehen zu werden.

Da die Verdampfung bei erhöhter Temperatur erfolgt, wird man unbedingt, wenn auch theoretisch mit geringen Diastaseverlusten rechnen müssen. Die technischen Mängel der Verdampfkonstruktionen verursachen aber zumeist bei weitem größere Verluste, als man sich überhaupt vorstellen würde, und außerdem wird man ein Karamellisieren nur selten ganz vermeiden können. Da die Verdampfung längere Zeit in Anspruch nimmt, verlaufen dabei auch noch verschiedene Prozesse. Wie im Kapitel III erwähnt wurde, lassen sich die Diastasekaltauszüge nicht klar abläutern, es bleibt stets eine Menge Malzmehl darin, welches beim Verdampfen weiter verzuckert wird. Die diastatischen Extrakte klären sich also beim Verdampfen noch etwas, vorausgesetzt, daß die

Kaltauszüge trübe, wie sie vom Läuterbottich abläutern, in das Vakuum gezogen werden.

Die Eindickung der Extrakte wird mindestens bis 40—42° Bé (ungefähr 1,40—1,42 spez. Gew.) getrieben. Solche Extrakte erhalten ca. 20—25% Wasser und sind in kaltem Zustande ganz dickflüssig. Man findet oft Extrakte, welche auch 35% Wasser enthalten, diese Extrakte sind dünnflüssig und nicht so haltbar. Im Winter kann man die Extrakte dünnflüssiger lassen, z. B. 40° Bé, während es im Sommer ratsam ist, sie bis auf 42° Bé einzudicken, da die große Hitze die Extrakte sehr dünnflüssig macht, wodurch ihre Haltbarkeit verringert wird.

Die Verdampfung dauert mehrere Stunden, so daß die diastatischen Auszüge unbedingt sehr viel an DK verlieren. Um die Verdampfdauer zu verringern, werden die Kaltauszüge von der Stammwürze getrennt eingedampft. Die Kaltauszüge enthalten nur wenig Extrakt, so daß die Verdampfung schnell verläuft. Da die Menge der eingedickten Kaltauszüge sehr gering ist und die Anordnung der Heizflächen es nicht immer erlaubt, das Extrakt fertig zu verdampfen, beendet man die Verdampfung bei ca. 28—30° Bé, läßt das Extrakt ab, verdampft dann zunächst die Stammwürze und zieht sobald man 28—30° Bé erreicht, hat das Diastaseextrakt wieder in das Vakuum. Nun verdampft man beide zusammen bis auf 40—42° Bé. Bei Backextrakten wird der I. Kaltauszug (S. 218—220) für sich allein eingedampft (28—30° Bé), sodann werden Stammwürze II, Nachguß III und Ausschwänzungen IV, V zusammen bis auf 28—30° verdampft. Jetzt mischt man beide Extrakte und verdampft fertig. Bei Textilextrakten (S. 220) werden die ersten zwei Kaltauszüge I, II zusammen verdampft, dann verdampft man die Stammwürze III allein und mischt vor Fertigverdampfung. Die Anschwänzungen IV, V werden diesen Extrakten nicht zugesetzt. Werden die Kaltextrakte am Ende mit der Stammwürze zusammen verdampft, so kann die DK des Extraktes nicht genau eingestellt werden. Es ist daher zweckmäßiger, die Kaltauszüge für sich ebenfalls auf 40 bis 42° Bé einzudicken oder aber man bleibt bei 28—30° Bé und dickt die Stammwürze bis auf 46—48° Bé ein. Man bestimmt sodann die DK dieser getrennten Extrakte und mischt sie in einem solchen Verhältnis, daß die DK des fertigen Extraktes der handelsüblichen Stärke entspricht. Die Berechnung des Mischungsverhältnisses ist in Kapitel VII, Analytische Kontrolle, beschrieben.

## A. Die Verdampfersysteme und ihre Funktion.

Ein Vakuumverdampfer besteht aus folgenden Teilen:

1. Heizkörper, 2. Verdampfraum, 3. Brüdenleitung, 4. Kondensator,
5. Vakuumpumpe. Es sollen im folgenden diese einzelnen Teile und die in ihnen verlaufenden Vorgänge näher besprochen werden.

## 1. Der Heizkörper.

Zur Heizung wird heute fast ausschließlich Dampf und nur sehr selten heißes Wasser oder erhitztes Öl verwendet. Die beiden letzteren gelangen nur in ganz besonderen Fällen zur Anwendung und sollen deshalb hier nicht weiter behandelt werden. Bemerkt sei hier, daß zur Verdampfung organischer Flüssigkeiten und besonders von Malzextrakten eine direkte Heizung mit offenem Feuer oder Rauchgasen nicht in Frage kommt, denn während die Temperatur der zu verdampfenden Flüssigkeit (Würze) ca. 45° C ist, herrscht auf der anderen Seite der Heizfläche eine Temperatur von mehreren hundert Graden, wodurch die Würzen überhitzt und stark geschädigt werden. Der Heizdampf wird in den Heizraum geleitet. Der Heizraum ist vom Verdampfraum durch die Heizfläche getrennt. Der Dampf gibt seinen Wärmegehalt an die Heizfläche ab, welche ihn weiterleitet, der zu verdampfenden Flüssigkeit übergibt und diese auf eine höhere Temperatur erhitzt. Das Erhitzen wird so lange fortgesetzt, bis die Siedetemperatur der Flüssigkeit erreicht wurde. Von nun an muß dem Heizkörper so viel Dampf zugeführt werden, als zum Verdampfen erforderlich ist. Da die Wärme nur von Orten höherer Temperatur zu Orten niedrigerer Temperaturen übergeht, ergibt sich hieraus die Forderung, daß die Temperatur im Heizraum höher als im Verdampfraum sein muß, d. h. es muß ein Wärmegefälle vorhanden sein.

Der Heizdampf gibt seinen Wärmeinhalt an die Heizfläche ab, kühlt sich dabei ab und kondensiert sich. Der Dampf verliert zuerst seine etwaige Überhitzungswärme und wird gesättigt. Der Druck im Heizkörper ist stets geringer als der Heizdampfdruck, so daß der Dampf bei weiterem Abkühlen an Druck verliert. Wird der Heizraumdruck erreicht, so verliert der Dampf seine latente Wärme (Verdampfungswärme) und kondensiert sich (Kondenswasser). Die Hauptwärmeabgabe erfolgt bei der Kondensation und die Temperatur des Heizraumes ist mit der Kondensationstemperatur identisch. Da ein Wärmegefälle vorhanden sein muß, ist diese Temperatur stets höher als die Verdampfungstemperatur. Das Kondenswasser fließt durch eine Leitung vom Heizraum ab. In diese Leitung ist der sog. Kondensstopf eingeschaltet, dessen Aufgabe es ist, unkondensierten Dampf zurückzuhalten und nur den Austritt von Kondenswasser zu erlauben. Die Kondensstopfe sind in vielerlei Konstruktionen allgemein bekannt und sollen deshalb nicht näher beschrieben werden.

Der Kondensstopf schließt also den Heizraum ab, wodurch darin ein Druck entsteht. Kondensiert an der Heizfläche mehr Dampf, als durch das Einlaßventil einströmt, so ist im Heizraum kein Druck vorhanden, strömt aber mehr Dampf ein, als an der Heizfläche abkondensiert, so

entsteht ein Druck und die Temperatur im Heizraum steigt an. Der Heizraumdruck ist also eine Funktion der Kondensationsgeschwindigkeit und der Nachströmungsgeschwindigkeit des Heizdampfes. Die Nachströmungsgeschwindigkeit des Heizdampfes ist eine frei veränderliche Größe und wird durch Öffnen des Ventils nach Bedarf reguliert. Die Kondensationsgeschwindigkeit ist nicht frei veränderlich, sie ist eine Funktion der Wärmeleitfähigkeit (Wärmedurchgangszahl) und der Form der Heizfläche, des Wärmegefälles, der materiellen Eigenschaften der zu verdampfenden Flüssigkeit, der Beschaffenheit des Heizdampfes und des Bewegungszustandes des Dampfes und der zu verdampfenden Flüssigkeit. Die Beschaffenheit des Heizdampfes kann von zweierlei Art sein: 1. Sattdampf, 2. Überhitzter Dampf. Der Wärmeinhalt des überhitzten Dampfes ist größer als der des entsprechenden Sattdampfes, und man sollte erwarten, daß mit überhitztem Dampf ein besserer Heizeffekt erreicht werden kann. Der Gesamtwärmeinhalt des Sattdampfes steigt mit der Temperatur bzw. mit dem Druck (Tabelle nach Mollier), doch sinkt die eigentliche Verdampfungswärme ständig. Sattdampf mit höherem Druck ist zum Verdampfen nur dann erforderlich, wenn die zu verdampfende Flüssigkeit einen höheren Siedepunkt besitzt. Sattdampf mit niedrigem Druck enthält mehr latente Wärme, so daß der Verdampfeffekt in der Theorie besser sein muß. In Wirklichkeit ist dies nicht der Fall, da der Druck im Heizraum zumeist niedriger ist als der Frischdampfdruck und das mit steigendem Druck ebenfalls ansteigende Wärmegefälle über eine gewisse Grenze hinaus keinen merklichen Einfluß mehr hat. Hausbrand behauptet, daß die verminderte Dampfspannung auch einen verminderten Wärmedurchgang bedeutet und daher die Verdampfleistung vermindert wird. Als Beweis beruft sich Hausbrand auf die Leistungsverminderung der Mehrkörperverdampfer, doch ist dieser Beweis durchaus verfehlt, diese Erscheinung hat vielmehr ihren Grund in der Luftanhäufung an der Heizfläche, sowie in der schlechten Kondensation der Brüden, wie dies später bei den Brüden-Kompressionsverdampfern beschrieben wird. Der Leistungsunterschied bei verschiedenem Dampfdrucke läßt sich zumeist nicht messen. Hausbrand behauptet, daß bei höherem Druck die Verdampfleistung ansteigt. Dafür würde die Tatsache sprechen, daß das Dampf-volumen mit steigendem Druck abnimmt, d. h. auf die Heizflächeneinheit entfällt bei höherem Druck mehr Dampfgewicht als bei niedrigerem Druck. Dem steht aber die Tatsache gegenüber, daß die Verdampfungswärme bei höherem Druck geringer ist, und daß der Sattdampfdruck noch reduziert werden muß, wobei der Sattdampf überhitzt wird und an Volumen zunimmt. Der überhitzte Dampf hat nun gegenüber dem Sattdampf wichtige Nachteile (siehe weiter unten), weshalb seine Anwendung nicht besonders günstig ist.

## Dampftabelle nach Mollier.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
Temperatur	Druck RT (kg/cm <sup>2</sup> )	Druck mm Hg.	Volumen von 1 kg Dampf m <sup>3</sup>	Gewicht von 1 m <sup>3</sup> Dampf kg	$r/T$	Wärmeinhalt der Flüssigkeit $t'$	des Dampfes $t''$	Verdampfungswärme $(t''-t')=r$
$t$	$p$		$v$	$\gamma$				
0	0,0063	4,60	204,97	0,00488	2,1783	0	594,7	594,7
5	0,0089	6,53	146,93	0,00681	2,1297	5,0	597,1	592,1
10	0,0125	9,17	106,62	0,00938	2,0828	10,0	599,4	589,4
15	0,0173	12,70	78,23	0,01278	2,0374	15,0	601,8	586,8
20	0,0236	17,40	58,15	0,01720	1,9936	20,0	604,1	584,1
25	0,0320	23,6	43,667	0,02290	1,9512	25,0	606,5	581,5
30	0,0429	31,5	33,132	0,03018	1,9102	30,0	608,8	578,8
35	0,0569	41,8	25,393	0,03938	1,8704	35,0	611,1	576,1
40	0,0747	54,9	19,650	0,05080	1,8319	40,1	613,5	573,4
45	0,0971	71,4	15,346	0,06516	1,7946	45,1	615,8	570,7
50	0,125	92,0	12,091	0,08271	1,7583	50,1	618,0	567,9
55	0,160	117,5	9,607	0,10409	1,7231	55,1	620,3	565,2
60	0,202	148,8	7,695	0,12995	1,6889	60,1	622,6	562,4
65	0,254	186,9	6,211	0,16100	1,6556	65,2	624,8	559,6
70	0,317	233,1	5,050	0,19800	1,6233	70,2	627,0	556,8
75	0,392	288,5	4,1353	0,2418	1,5917	75,3	629,2	553,9
80	0,482	354,6	3,4085	0,2934	1,5610	80,3	631,3	551,0
85	0,589	433,0	2,8272	0,3537	1,5310	85,3	633,5	548,1
90	0,714	525,4	2,3592	0,4239	1,5018	90,4	635,6	545,2
95	0,862	633,7	1,9797	0,5051	1,4732	95,5	637,6	542,2
100	1,033	760	1,6702	0,5987	1,4453	100,5	639,7	539,1
105	1,232	906	1,4166	0,7059	1,4181	105,6	641,7	536,1
110	1,462	1075	1,2073	0,8283	1,3915	110,7	643,6	532,9
115	1,726	1269	1,0338	0,9673	1,3654	115,8	645,5	529,8
120	2,027	1491	0,8894	1,1243	1,3398	120,9	647,4	526,6
125	2,371	1744	0,7681	1,3018	1,3148	126,0	649,2	523,3
130	2,760	2030	0,6664	1,5005	1,2902	131,1	651,0	520,0
135	3,200	2354	0,5800	1,7241	1,2662	136,2	652,8	516,6
140	3,695	2718	0,5071	1,9719	1,2426	141,3	654,5	513,2
145	4,248	3125	0,4450	2,2471	1,2194	146,4	656,1	509,7
150	4,868	3581	0,3917	2,553	1,1966	151,6	657,8	506,2
155	5,557	4088	0,3460	2,890	1,1742	156,7	659,3	502,6
160	6,323	4651	0,3065	3,262	1,1523	161,9	660,8	498,9
165	7,170	5274	0,2724	3,671	1,1306	167,1	662,3	495,2
170	8,104	5961	0,2429	4,117	1,1093	172,2	663,7	491,4
175	9,131	6717	0,2171	4,607	1,0884	177,4	665,0	487,6
180	10,258	7546	0,1945	5,140	1,0678	182,6	666,3	483,7
185	11,491	8453	0,1748	5,720	1,0475	187,9	667,6	479,8
190	12,835	9442	0,1575	6,348	1,0275	193,1	668,8	475,7
195	14,300	10519	0,1423	7,028	1,0078	198,3	670,0	471,7
200	15,890	11688	0,1288	7,763	0,9884	203,6	671,1	467,5

Der normale Betriebsdruck für Sattedampf ist 3—4 Atm. Einen höheren Dampfdruck erzeugt man nur dann, wenn dieser für andere Zwecke erforderlich ist, obwohl die Erzeugung des Dampfes im Hochdruckkessel günstiger ist und auch der Querschnitt der Dampfleitungen für Hochdruckdampf geringer gewählt werden kann.

Der Wärmeinhalt des Sattedampfes kann durch Überhitzung noch gesteigert werden. Da die spez. Wärme des überhitzten Dampfes ungefähr 0,5 Cal. ist, werden für je 1° C Überhitzung 0,5 Cal. verbraucht. Die Überhitzung bedeutet also keine bedeutendere Steigerung des Wärmeinhaltes. Hat man z. B. einen Sattedampf mit 8 Atm. Druck ( $t = 169,5^{\circ}\text{C}$ ) und mit einem Wärmeinhalt von 663,5 Cal. und erhitzt diesen z. B. auf  $230^{\circ}\text{C}$ , so wird der Wärmeinhalt bloß um  $\frac{230 - 169,5^{\circ}}{2} = 30,25$  Cal. gesteigert.

Da die Überhitzung bei konstantem Druck erfolgt, nimmt das Volumen stark zu. Auf die Heizflächeneinheit entfällt also weniger Dampf. Der Dampf kann nur dann kondensieren, wenn die Überhitzung verschwunden ist. Dazu ist eine gewisse Zeit notwendig, während welcher nur wenig Wärme abgegeben wird. Die Wärmeabgabe wird durch die Überhitzung stark verschlechtert, so daß mit überhitztem Dampf überhaupt keine verbesserte Leistungsfähigkeit beobachtet werden kann. Im Gegenteil, die Leistung wird vermindert. Hausbrand versucht

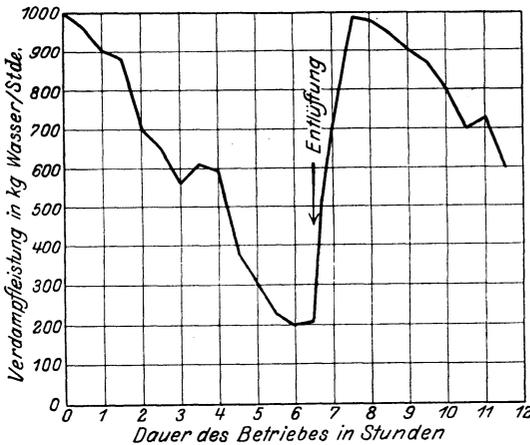


Abb. 89. Einfluß der Luftanhäufung im Heizraum auf die Verdampfungsleistung eines Verdampfers.

es wohl, für überhitzten Dampf einige günstige Versuchsergebnisse anzuführen, doch ist auch er gezwungen, die Beobachtung einer Leistungszunahme als sehr problematisch zu betrachten. Heute hat die Praxis die einstimmige Meinung, daß überhitzter Dampf nur nachteilig wirkt, da der Wärmedurchgang an der Heizfläche stark vermindert wird.

Der Heizdampf enthält fast immer mehr oder weniger Luft. Der Gesamtdruck des Heizdampfes ergibt sich durch Addition des partiellen Luft- und Dampfdruckes. Im Heizraum kondensiert der Dampf, während die Luft unverändert bleibt. Das Kondenswasser fließt durch den Kondensstopf ab, die Luft kann sich aber nicht entfernen und häuft sich im

Heizraum an, der partielle Luftdruck wird also größer. Der große Luftgehalt vermindert die Wärmeabgabe an der Heizfläche, die Kondensation nimmt ab. Die Luftanhäufung im Heizraum stört also die Funktion des Verdampfers, weshalb oft die zeitweise Entfernung der Luft erforderlich wird. Für diesen Zweck muß der Kondensstopf eine Umleitung für die Entlüftung besitzen. Den Einfluß der Luft auf die

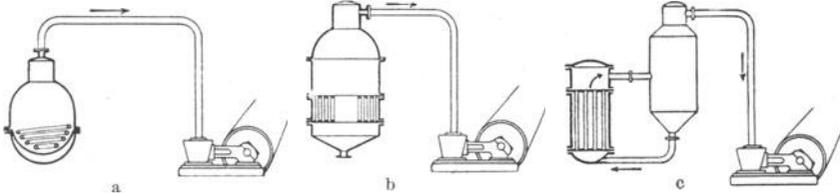


Abb. 90. Verdampferschema. a Schalen- und Schlangenheizkörper, b eingehängter Röhrenheizkörper, c außenliegender vertikaler Röhrenheizkörper (Schnellumlaufverdampfer).

Leistungsfähigkeit eines Verdampfers stellt Abb. 89 dar. Der Dampf wurde für Versuchszwecke mit Luft gemischt. Durch Vergrößerung der Heizfläche läßt sich die schlechte Wirkung der Luft etwas kompensieren bzw. die Störungen treten langsamer auf.

Die Form der Heizfläche ist sehr verschieden und ergibt sich aus der Ausbildung des Heizkörpers. Der Heizkörper kann folgende Formen

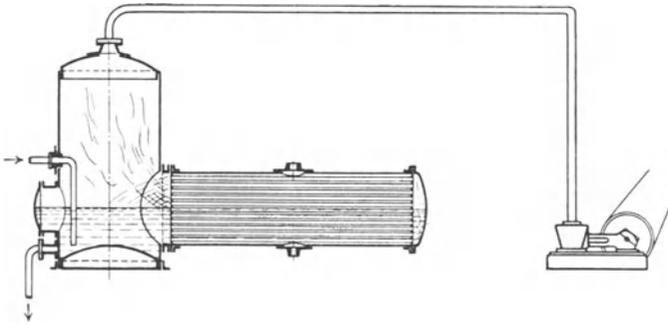


Abb. 91. Schnellumlaufverdampfer mit außenliegendem horizontalem Röhrenheizkörper.

haben: 1. Heizmantel oder Heizboden, 2. Heizschlange, 3. Heizrohre (vertikal, horizontal oder in einer Zwischenstellung).

Der einfachste Heizkörper ist der Heiz- oder Doppelboden (Abb. 90 a), welcher nur eine relativ kleine Heizfläche gestattet. Der Doppelboden wird gewöhnlich auch Schalenheizkörper genannt. Wegen der kleinen Heizfläche gelangt dieser Heizkörper nur dann zur Anwendung, wenn Dampf von höherem Drucke (Frischdampf) zur Verfügung steht (kleineres Dampfvolumen).

Der Schlangenheizkörper (Abb. 90 a) ist eine gekrümmte Rohrleitung, deren Inneres der Heizdampf durchströmt. Die Heizfläche ist ebenfalls

sehr klein. Die langen Schlangen nehmen zu viel Raum in Anspruch und verkleinern dadurch den Verdampfraum, da sie in die zu verdampfende Flüssigkeit tauchen.

Bezüglich der Heizflächengröße erlaubt der Röhrenheizkörper viel größere Möglichkeiten. Der Röhrenheizkörper besteht aus geraden, horizontalen, vertikalen oder schrägen Röhren, in welchen die zu verdampfende Flüssigkeit strömt. Die Rohre sind in einen gemeinsamen Dampfmantel eingebaut, so daß die Heizkammer eigentlich aus den Zwischenräumen der Rohre besteht. Abb. 90 b und c zeigt vertikale Heiz-

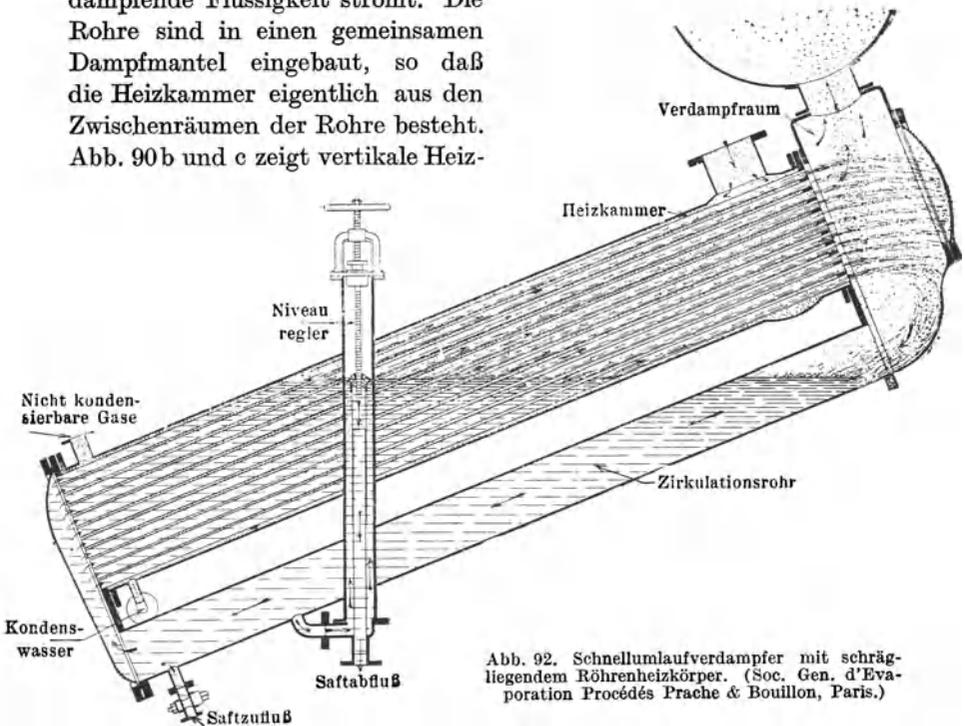


Abb. 92. Schnelllaufverdampfer mit schrägliegendem Röhrenheizkörper. (Soc. Gen. d'Evaporation Procédés Prache & Bouillon, Paris.)

rohre, während auf Abb. 91 horizontale Heizrohre zu sehen sind. Schrägliegende Heizrohre besitzt der Verdampfer System Prache & Bouillon (Abb. 92). Der Röhrenheizkörper erlaubt die weitgehendste Abänderung der Heizflächengröße, und zwar durch die Rohrweite, Rohrlänge und Rohranzahl, ebendeshalb kann der Röhrenheizkörper auch für Abdampf und für Unterdruckdampf verwendet werden.

Die von der Heizfläche an den Verdampfraum übertragene Wärmemenge hängt auch von der Wärmeleitfähigkeit der Heizwand ab. Die Wärmeleitfähigkeit ist eine Funktion der materiellen Eigenschaften der Heizwand. Die Heizflächen sowie die Verdampfer überhaupt werden zu meist aus Kupfer, seltener aus Eisen und in der letzten Zeit häufig aus Aluminium angefertigt.

Die Leitfähigkeit  $\lambda$  dieser Substanzen ist:

$$\begin{aligned} \text{Kupfer: } t = 0^\circ, & \quad \lambda_0 = 0,7190, \\ & \quad t = 100^\circ, \quad \lambda_{100} = 0,7226 \end{aligned}$$

oder im allgemeinen  $\lambda_t = \lambda_0 (1 + \alpha t)$ ;  $\alpha = +0,00036$ .

$$\begin{aligned} \text{Aluminium: } t = 0^\circ, & \quad \lambda_0 = 0,3435, \\ & \quad t = 100^\circ, \quad \lambda_{100} = 0,3619, \\ \alpha & = +0,0005356. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Eisen: } t = 0^\circ, & \quad \lambda_0 = 0,1665, \\ & \quad t = 100^\circ, \quad \lambda_{100} = 0,1627, \\ \alpha & = -0,000228. \end{aligned}$$

Das Kupfer besitzt also die beste Leitfähigkeit, weshalb das Kupfer zum Bau der Verdampfer am geeignetsten ist.

Die Heizwand besitzt stets eine endliche Dicke  $\delta$  (Abb. 93). An der einen Seite befindet sich der Heizdampf, auf der anderen die zu verdampfende Flüssigkeit. Zuerst wird die Wärme vom Dampf auf die Heizfläche übertragen. Die übertragene Wärmemenge hängt vom Wärmegefälle, vom Dampf und von der Wandsubstanz ab (Teilwärmeübergangszahl  $\alpha$ ):

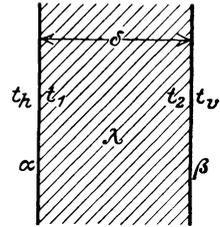


Abb. 93.  
Wärmedurchgang.

$$K = \alpha (t_h - t_1) \quad \text{oder} \quad K \frac{1}{\alpha} = t_h - t_1.$$

Die Wand leitet diese Wärmemenge weiter, wobei folgende Beziehung besteht:

$$K = \lambda \frac{t_1 - t_2}{\delta} \quad \text{oder} \quad K \frac{\delta}{\lambda} = t_1 - t_2.$$

Nun geht diese Wärmemenge in die zu verdampfende Flüssigkeit über (Teilwärmeübergangszahl  $\beta$ ):

$$K = \beta (t_2 - t_v) \quad \text{oder} \quad K \frac{1}{\beta} = t_2 - t_v.$$

Vereinigt man die drei Gleichungen, so erhält man:

$$K \left( \frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\beta} + \frac{\delta}{\lambda} \right) = t_h - t_v$$

und

$$K = \frac{t_h - t_v}{\frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\beta} + \frac{\delta}{\lambda}}.$$

Führt man

$$\frac{1}{K_0} = \frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\beta}$$

in die Gleichung, so findet man

$$K = \frac{t_h - t_v}{\frac{1}{K_0} + \frac{\delta}{\lambda}}.$$

$t_h - t_v$  ist das Wärmegefälle. Wählt man nun  $t_h - t_v = 1$ , so berechnet sich die Wärmeübergangszahl für

$$k = \frac{1}{\frac{1}{K_0} + \frac{\delta}{\lambda}} = \frac{K_0}{1 + K_0 \frac{\delta}{\lambda}}.$$

$K_0$  ist eine Größe, welche von Fall zu Fall eine andere ist, sie muß stets praktisch bestimmt werden. Diese Formel gibt die Abhängigkeit der Wärmeübergangszahl von der Heizwanddicke und von der Leitfähigkeit der Heizwand an.

## 2. Der Verdampfraum.

Im Verdampfraum befindet sich die zu verdampfende Flüssigkeit, also die Würze. Einen Teil der Verdampfraumwandung bildet die Heizfläche, welche mit der Flüssigkeit in Berührung ist, die von dort Wärme übernimmt. Diese Wärmemenge berechnet sich aus der Wärmeübergangszahl  $k$  vom Wärmegefälle ( $t_h - t_v = \Delta t$ ) und von der Heizflächengröße  $H$ :

$$K = k (t_h - t_v) H.$$

Je größer also das Wärmegefälle ist, um so mehr Wärme geht in den Verdampfungsraum über und um so mehr Wasser wird verdampft. Die Wärmeübergangszahl ist eine für jeden besonderen Fall konstante Größe. Die vorliegende Formel zeigt, daß ein geringes Wärmegefälle durch Vergrößerung der Heizfläche ausgeglichen werden kann. Je niedriger also die Heizdampf temperatur ist, um so größer muß die Heizfläche sein. Die Größe der Heizfläche läßt sich aus obiger Formel berechnen.

Die Wärmeübergangszahl  $k$  hängt außer von  $\delta$  und  $\lambda$  von  $k_0$ , also von den Teilwärmeübergangszahlen  $\alpha$  und  $\beta$  ab. Von den beiden letzten Zahlen ist  $\beta$  die wichtigere, da sie von den Eigenschaften der Würze abhängt. Einerseits sind hier die reinen physikalischen Eigenschaften ausschlaggebend, andererseits ist die Neigung zur Inkrustation der Heizfläche maßgebend. Im Verlauf des Verdampfens verändern sich die physikalischen Eigenschaften, da die Konzentration der zu verdampfenden Flüssigkeit stets zunimmt. Die Malzwürzen werden bis zu einem spez. Gewicht 1,4—1,42 eingedickt. Bei dieser Konzentration ist auch die Viscosität der Würzen schon stark angestiegen, wodurch auch die Krustenbildung vergrößert wird. Die Malzwürzen neigen sehr stark zur Krustenbildung, doch hängt diese von der Heizflächentemperatur bzw.

vom Wärmegefälle ab. Je höher die Heizdampf­temperatur ist, um so leichter erfolgt die Inkrustation, da an der stark erhitzten Heizfläche die Eiweißsubstanzen leichter koagulieren bzw. der Extraktinhalt leichter „anbrennt“. Im Verlauf des Verdampfens wächst also die Inkrustation ständig, wodurch der Wärmedurchgang und als Folge die Verdampf­leistung vermindert wird. In Abb. 94 sind die an verschiedenen Ver­dampfern erhaltenen Messungsergebnisse zusammengefaßt. Der Abfall der Wärmedurchgangszahl ist zum größten Teil der Inkrustation zu­zuschreiben, obwohl die Zunahme der Viscosität (geringe Beweglichkeit der Würze) auch eine bedeutende Rolle spielt. Kurve I stellt die Wärme­durchgangszahl eines Röhren­heizkörpers mit überhitztem Dampf ( $\Delta t = 185^{\circ}$ ,  $p = 8$  Atm.) dar. Bei ungefähr spez. Ge­wicht = 1,31 ist ein deutlicher Knick der Kurve zu beobach­ten. Kurve II unterscheidet sich nur darin, daß mit Satt­dampf von  $p = 8$  Atm. ge­heizt wurde ( $\Delta t = 124^{\circ}$ ); der Knick ist vorhanden, doch bei ca. 1,33. Kurve III bezieht sich auf Abdampf ( $\Delta t = 65^{\circ}$ ,  $p = 0,5$  Atm.); der Knick liegt bei 1,34. Kurve IV bezieht sich schließlich auf Unterdruck­dampf ( $p = 0,2$  Atm. abs.,  $\Delta t = 15^{\circ}$  C); der Knick liegt bei ca. 1,35. Kurve V stellt die  $k$ -Werte eines Verdampfers mit Schalenheizkörper und Heizschlange dar; der Heizdampf ist überhitzt ( $\Delta t = 200^{\circ}$ ,  $p = 8$  Atm.); der Knick befindet sich bei ca. 1,24. Diese Kurven beweisen, daß die Wärmedurchgangszahlen bei Röhrenheiz­körpern nicht so tief sinken wie bei Schalenheizkörpern und Heiz­schlangen, d. h. die Inkrustation ist geringer. Es ist auch zu ersehen, daß die Wärmedurchgangszahlen von einem bestimmten spez. Gewicht an schneller abfallen. Dieser Punkt ist nach den Erfahrungen des Ver­fassers charakteristisch für jedes Verdampfersystem.

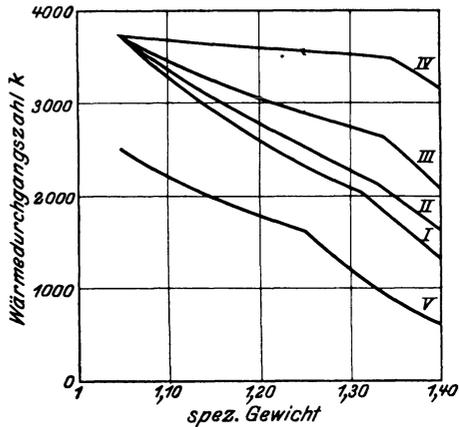


Abb. 94. Die Änderung der Wärmedurchgangszahl im Verlauf des Verdampfens. I Röhrenheizkörper-Heißdampf. II Röhrenheizkörper-Sattdampf. III Röhren­heizkörper-Abdampf. IV Röhrenheizkörper-Unterdruck­dampf. V Kugelverdampfer-Heißdampf.

Die verdampfte Wassermenge ergibt sich aus folgender Formel

$$D = \frac{kH \Delta t}{r},$$

wenn  $r$  die Verdampfungswärme des Wassers ist. Da  $k$  beim Ver­dampfen stets kleiner wird, vermindert sich auch die Verdampf­leistung.

Inzwischen wird die Würze eingedickt, ihr Siedepunkt steigt höher, wodurch dann  $\Delta t$  und als Folge die Verdampfleistung geringer wird. Die Siedepunkterhöhung ist unter normalem Luftdruck geringer als im

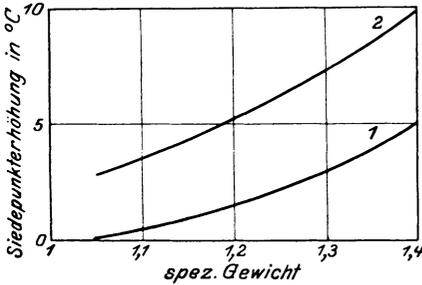


Abb. 95. Siedepunkterhöhung der Malzwürze. Kurve 1 bei 750 mm, Kurve 2 bei 70 mm Druck.

Vakuum; die unter Luftdruck gefundenen Zahlen sind also für die Vakuumverdampfung nicht brauchbar. Dies hat seine Bedeutung, wenn mit kleinem Wärmegefälle gearbeitet wird. Die Siedepunkterhöhung der Malzwürzen bei 750 mm und bei 70 mm Druck sind in Abb. 95 niedergelegt.

Während die SP-Erhöhung bei spez. Gewicht = 1,4 unter 750 mm Druck ca. 5° C beträgt, steigt der SP unter nur 70 mm Druck bis um 9,9° C an. Verdampft man nun z. B. mit  $\Delta t = 15^\circ \text{C}$ , so ist bei der Endeingdickung nur ein  $\Delta t = 5^\circ \text{C}$  vorhanden, wodurch die Verdampfleistung theoretisch auf ein Drittel, praktisch aber tatsächlich noch weiter verringert wird.

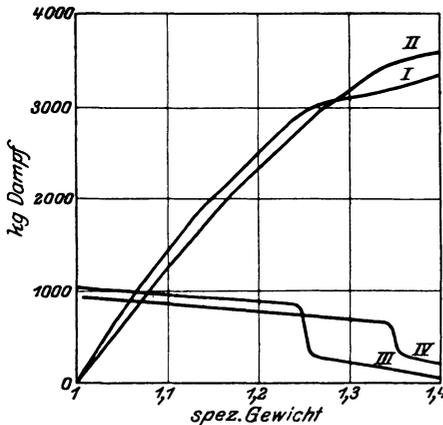


Abb. 96. Dampfverbrauch der Würzeverdampfung. Kurve I gesamt, Kurve III stündlicher Dampfverbrauch eines Kugelverdampfers: Kurve II gesamt, Kurve IV stündlicher Dampfverbrauch eines Röhrenheizkörpers.

Während die SP-Erhöhung bei spez. Gewicht = 1,4 unter 750 mm

Druck ca. 5° C beträgt, steigt der SP unter nur 70 mm Druck bis um 9,9° C an. Verdampft man nun z. B. mit  $\Delta t = 15^\circ \text{C}$ , so ist bei der Endeingdickung nur ein  $\Delta t = 5^\circ \text{C}$  vorhanden, wodurch die Verdampfleistung theoretisch auf ein Drittel, praktisch aber tatsächlich noch weiter verringert wird.

Der Dampfverbrauch eines Verdampfers sollte sich theoretisch aus dem Wärmeinhalt des Heizdampfes berechnen lassen. Praktisch ist dies nicht der Fall, da einerseits die Wärmeverluste, andererseits der Wärmeübergang diese theoretischen Werte stark abändern. Für 100 kg verdampftes Wasser rechnet man im Durchschnitt 110 kg Dampf. Diese Zahl schwankt nur ganz wenig nach Heizdampfqualität und Wärme-Isolation des Verdampfers.

Da die Verdampfleistung infolge Abfall der Wärmedurchgangszahl und Verminderung von  $\Delta t$  abnimmt, nimmt auch der Dampfverbrauch ab. Abb. 96 stellt den Dampfverbrauch verschiedener Verdampfer dar. Kurve I zeigt den gesamten Dampfverbrauch eines Kugelverdampfers (Schalenheizkörper); bei einem spez. Gewicht von ca. 1,25 nimmt der stündliche Dampfverbrauch plötzlich ab (Kurve III). Bei einem Röhrenheizkörper tritt diese Abnahme erst bei ca. 1,34 ein (Kurve II und IV). Bemerkenswert ist, daß die

Knickpunkte dieser Kurve mit den Knickpunkten der Kurven in Abb. 94 übereinstimmen.

Die verdampfte Wassermenge beträgt laut voriger Angabe stets etwa 10% weniger als der Dampfverbrauch.

Im Heizkörper ändert sich der Dampfzustand auch im Verlauf des Verdampfens. In der ersten Periode kondensiert sich der eingeführte Dampf völlig an der Heizfläche und der Druck im Heizraum ist praktisch null. Wie aber bereits gezeigt wurde, ändert sich die Wärmedurchgangszahl bei einer bestimmten Saftdicke, so daß die Verdampfleistung und auch der Dampfverbrauch abfällt. Infolgedessen kondensiert sich der Dampf nicht ganz an der Heizfläche und der Druck steigt an. Die Größe des Druckes wird von der Saftdicke und vom Heizedampfdruck bestimmt. Beim Verdampfen kann man also einen momentanen Anstieg des Dampfdruckes beobachten. Der Anstieg des Druckes erfolgt beim

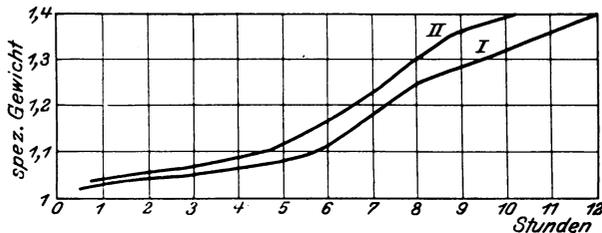


Abb. 97. Änderung des spez. Gewichtes der Würze beim Verdampfen.  
I Schalenheizkörper- und Heizschlange. II Röhrenheizkörper.

selben Punkt wie der Abfall der Wärmedurchgangszahl und der Verdampfleistung.

Die Saftdicke und somit das spez. Gewicht der Würze nimmt im Verlauf des Verdampfens ständig zu. Am Anfang steigt das spez. Gewicht (die Konzentration) nur langsam an, da stets Dünnwürze nachgezogen wird (Abb. 97). Wird keine Dünnwürze mehr nachgezogen, so erhöht sich das spez. Gewicht rascher, doch immer gleichmäßig; nach einem bestimmten spez. Gewicht, welches vom Verdampfer abhängt, steigt es wieder langsamer an. Dieses kritische spez. Gewicht entspricht den Knickpunkten in Abb. 94 und 96.

Die aus dem Saft abziehenden Brüden besitzen niemals die Temperatur des Saftes, sondern haben stets eine Temperatur, welche der Wasserdampf bei dem vorherrschenden Druck im Verdampfraum haben muß. Da der Siedepunkt des Saftes immer höher ist als der des reinen Wassers, ist die Brüdentemperatur ständig niedriger als die Temperatur des Saftes. Für die Eigenschaften des erhaltenen Dickextraktes kann also niemals die Brüdentemperatur während des Verdampfens, sondern nur die Safttemperatur maßgebend sein. Es soll daher immer auch die Safttemperatur gemessen werden. Das Verhältnis zwischen Saft und

Brüdentemperatur gestaltet sich in idealisierter Form derart, daß, während die Safttemperatur ständig ansteigt, die Brüdentemperatur so lange konstant bleibt, bis dann bei dem schon oft erwähnten kritischen Punkt die Verdampfleistung geringer wird und dadurch das Vakuum

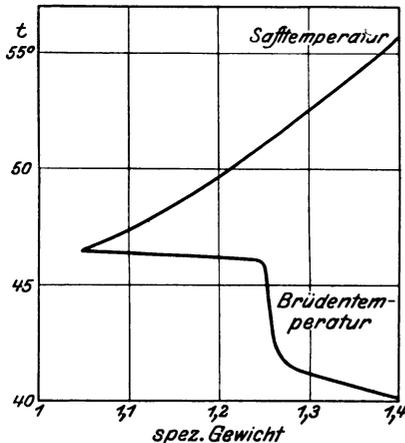


Abb. 98. Änderung der Brüden- und Safttemperatur.

ansteigt, wodurch wieder die Brüdentemperatur plötzlich abfällt (Abb. 98).

Da die Brüdentemperatur genau dem jeweilig vorhandenen Druck entspricht, sind die Brüden nicht überhitzt, sondern gesättigt. Es ist dies eine Tatsache, welche schon von Faraday und Gay-Lussac auf empirischem Wege festgestellt wurde, trotzdem wurde später auch von Gay-Lussac, Wüllner, Magnus, Chwolson u. a. behauptet, daß die Brüdentemperatur mit der Temperatur der Lösung (Safttemperatur) iden-

tisch sei, d. h. die Brüden seien überhitzt. Auf diese Frage kann hier nicht näher eingegangen werden, und es soll nur auf die Originalliteratur von K. Schreiber hingewiesen werden. Schreiber beweist sowohl empirisch als auch theoretisch, daß die Brüden nicht überhitzt, sondern gesättigt sind. Diese Tatsache ist besonders mit Hinsicht auf die später zu besprechende Brüdenkompressionsverdampfung von Bedeutung. Auch in dem so vortrefflichen Buch über „Kondensation“ von F. J. Weiß, findet man die Behauptung, daß die in den Vakuumverdampfungsanlagen für Zuckersäfte entstehenden Brüden „etwas überhitzt sind“.

Die Brüden sind nicht nur gesättigt, sie führen auch eine große Menge von fein verteilten Tröpfchen mit, welche mechanisch vom entstandenen Brüdenstrom mitgerissen werden. Diese Tröpfchen entstammen der Würze und verursachen daher Extraktverluste. Je heftiger die Würze im Verdampfer kocht, um so mehr Tröpfchen werden mitgerissen. Um diese Verluste zu verringern, werden in den Verdampfraum sog. Tropfen- oder Saftfänger eingebaut. Manche Flüssigkeiten und oft auch die Malzwürzen neigen sehr stark zum Schäumen, so daß der Schaum das ruhige Verdampfen verhindert. Oft läuft die schäumende Flüssigkeit in den Kondensator über und vermischt sich hier mit dem Kühlwasser. Das Schäumen läßt sich durch Einbau von Schaumfängern eindämpfen. Die Malzwürzen schäumen nicht sehr stark und lassen sich mit einiger Vorsicht anstandslos verdampfen. Der Schaumfänger sowie der vorher erwähnte Saftfänger werden zumeist in den Dom (Abb. 90, 91,

120d), welcher sich über dem eigentlichen Verdampfraum befindet, eingebaut. Die Tropfen- und Schaumverluste können in erster Linie dadurch verringert werden, daß der Verdampfraum möglichst hoch gebaut wird, doch ist der Erfolg nicht genügend. Wirksamer sind die Prellplatten: die vollen Tropfen fließen beim Anprellen zu größeren Tropfen zusammen, welche vom Brüdenstrom nicht mehr mitgerissen werden können. Die hohlen Tropfen (Bläschen, Schaum) zerplatzen beim Anprellen und fließen dann zu vollen Tropfen zusammen. Die Prellplatten bestehen zumeist aus gelochten Blechen oder aus kleinen Prellscheiben, welche gegenüber von Rohrmündungen untergebracht sind. Im letzteren Falle läßt man die Brüden durch Rohre strömen und läßt sie dann an die erwähnten Scheiben anprellen. Die im Schaum- und Saftfänger von den mechanisch mitgerissenen Teilen befreiten Brüden strömen dann durch die Brüdenleitung zum Kondensator, wo sie niedergeschlagen werden.

### 3. Die Kondensation, der Kondensator und die Luftpumpe.

Um die Würzen bei niedriger Temperatur eindicken zu können, muß ein Vakuum erzeugt werden, zu welchem Zweck die im Apparat befindliche Luft und die entstandenen Brüden abgesaugt werden müssen. Will man dies aber tun, so sind äußerst große Pumpen notwendig, da z. B. 1 kg Dampf von 45° C ungefähr ein Volumen von 15000 l besitzt. Es ist also zweckmäßig, die Brüden vor der Pumpe zu verflüssigen (kondensieren), wodurch die Pumpe nur mehr das unkondensierte Gas-(Luft-) Wasserdampfgemisch zu bewältigen hat. Eine vollständige Anlage zur Erzeugung von Unterdruck in einer Verdampfanlage besteht also aus: 1. einem Kondensator und aus 2. einer Luftpumpe.

Der Kondensator ist eine Vorrichtung, in welcher die warmen Brüden mit kaltem Wasser abgekühlt werden, wobei der Dampf sich verflüssigt. Das Abkühlen kann entweder durch Vermischen des Kühlwassers mit den Brüden (Mischkondensation) oder durch Vorüberleiten der Brüden an mit Wasser gekühlten Flächen (Oberflächenkondensation) erfolgen. Die Oberflächenkondensation kommt bei der Verdampfung von Malzwürzen nicht in Frage, weshalb diese hier nicht weiter besprochen werden soll. Die Luftpumpe kann im Prinzip eine Trockenluftpumpe oder eine Naßluftpumpe sein. Die Trockenluftpumpe saugt vom Kondensator nur die unkondensierten Gase (Luft) ab, während die Naßluftpumpe die Luft und das Gemisch von Kühlwasser und kondensierten Brüden gemeinsam absaugt.

Das Kühlwasser tritt in den Kondensator mit einer Temperatur von  $t_0$  ein, es vermischt sich hier mit den Brüden, kondensiert diese und erwärmt sich dabei auf  $t'$ . Die Brüden kondensieren sich nicht ganz, da diese eigentlich ein Gemisch von Wasserdampf, Luft und sonstigen unkondensierbaren Gasen sind. Der Ursprung der Luft ist in den Undichtig-

keiten des Verdampfers zu suchen, aber auch aus dem Kühlwasser gelangt Luft in den Kondensator, da unter Vakuum und durch die Erwärmung ein Teil der absorbierten Luft frei wird. Außerdem zersetzt sich die Würze beim Verdampfen (Anbrennen) ein wenig, wodurch in die Brüden auch sonstige gasförmige Produkte gelangen. Während die in den Kondensator gelangenden Brüden nur zum geringen Teil aus Gasen (Luft) bestehen,

vermehrt sich ihre verhältnismäßige Menge beim Kondensieren. Der gesamte Brüdenndruck  $p_0$  ergibt sich aus dem partiellen Luftdruck und Dampfdruck

$$p_0 = l + d.$$

$l$  ist bei den unkondensierten Brüden vernachlässigbar. Werden die Brüden abgekühlt und kondensiert, so vermindert sich  $d$ , und  $l$  steigt an.  $p_0$  ist gleichzeitig der Kondensatordruck. Dieser hängt von der Temperatur der abgekühlten unkondensierbaren Gase ab, welche Temperatur wieder davon abhängt, ob im Parallelstrom oder im Gegenstrom kondensiert wird.

Im Gegenstromkondensator (Abb. 99) tritt oben bei  $D$  das kalte ( $t_0$ ) Kühlwasser ein und fließt unten bei  $A$  erwärmt ( $t'$ ) ab, während die Brüden unten bei  $B$  eintreten und oben bei  $E$  sich entfernen. Die Brüden und das Kühlwasser strömen also in entgegengesetzter Richtung.

Abb. 99. Gegenstrommischkondensator.

Im Parallelstromkondensator (Abb. 100) treten sowohl das Kühlwasser als auch die Brüden oben ein, und die Luft sowie das Heißwasser werden unten abgeführt. Zwischen beiden Kondensationsarten ist nun ein bedeutender Unterschied, welcher sich wie folgt erläutern läßt.

Wenn das Kühlwasser durch den Brüden von  $t_0$  auf  $t'$  erwärmt wird, so kühlt sich die Luft ab, und zwar im Parallelstrom theoretisch nur höchstens bis auf  $t'$ , im Gegenstrom kann aber die Abkühlung bis zu  $t_0$  gehen. Wenn wir voraussetzen, daß in beiden Fällen der Kondensation die gleiche Brüdenmenge mit derselben Kühlwassermenge kondensiert wird, und daß in beiden Fällen die Luftpumpe derart gewählt wird, daß der gleiche Kondensatordruck  $p_0$  entsteht, so können wir den praktischen Unterschied an einem konkreten Beispiel berechnen.

Das Kühlwasser soll mit  $t_0 = 15^\circ$  in den Kondensator eintreten und mit  $t' = 35^\circ$  abfließen. Im Parallelstromkondensator entfernt sich die Luft mit dem  $t' = 35^\circ$  warmem Wasser gemeinsam, also muß die Luft ebenfalls die Temperatur von  $35^\circ$  C besitzen. Der Kondensatordruck soll  $p_0 = 0,1$  Atm. sein. Bei dieser Temperatur ist der partielle Dampfdruck  $d = 0,055$  Atm., so daß der partielle Luftdruck

$$l = p_0 - d = 0,1 - 0,055 = 0,045 \text{ Atm.}$$

beträgt. Im Gegenstromkondensator verläßt die Luft den Kondensator vom Wasser getrennt, und zwar wie in Abb. 99 zu sehen ist, bei  $E$ , also dort, wo das kühlfte Wasser ( $t_0 = 15^\circ$ ) einfließt. Die Brüden strömen bei  $B$  ein, hier ist die Temperatur des unkondensierten Luft-Dampf-Gemisches dieselbe wie des abfließenden Wassers. Die Luft strömt jetzt nach oben, kühlt sich dabei ab und erreicht die niedrigste Temperatur bei  $E$ , doch kann sie praktisch niemals auf  $t_0 = 15^\circ$  abgekühlt werden. Vorläufig nehmen wir an, daß die Temperatur der abgesaugten Luft  $21^\circ$  beträgt. Bei dieser Temperatur ist der partielle Dampfdruck  $d = 0,024$ , so daß der partielle Luftdruck

$$l = p_0 - d = 0,1 - 0,024 = 0,076 \text{ Atm.}$$

beträgt. Da die Luftmenge in beiden Fällen dieselbe ist, ist die Luft bei Gegenstromkondensation in einem  $\frac{0,076}{0,045} = 1,69$  mal dichteren Zustand vorhanden als bei Parallelstromkondensation. Demzufolge benötigt man bei Gegenstromkondensation eine Luftpumpe, deren Hubvolumen nur das 0,59fache des Hubvolumens für Parallelstromkondensation ist. Bei Gegenstromkondensation benötigt man also erstens eine kleinere Luftpumpe (kleinere Anlagekosten!), zweitens verbraucht eine kleinere Luftpumpe weniger Kraft (kleinere Betriebskosten). Die Gegenstromkondensation bedeutet aber auch einen kleineren Kühlwasserverbrauch. Herrscht im Kondensator ein Druck  $p_0 = 0,1$  Atm., so entspricht dies einer Dampftemperatur von ca.  $46^\circ$ . Das abfließende Warmwasser kann sich im Parallelstrom nicht bis auf diese Temperatur erwärmen, da der partielle Dampfdruck schon allein 0,1 Atm., ausmachen würde und für die Luft nichts übrigbliebe. Das Warmwasser kann also die dem Vakuum entsprechende Temperatur nie erreichen, es muß mit einer niedrigeren Temperatur, und zwar wie im vorigen Beispiel mit ca.  $35^\circ$  C abfließen. Im Gegenstrom kann sich das Wasser demgegenüber

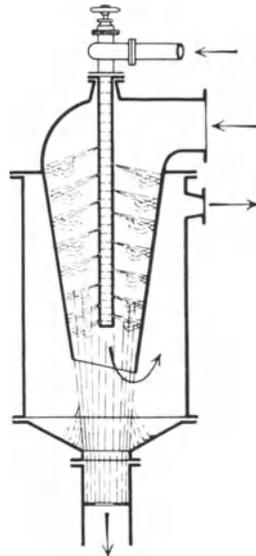


Abb. 100. Parallelstromkondensator.

bis auf 46° erwärmen, da das Luftgemisch noch weiter abgekühlt wird. Das Kühlwasser wird also im Gegenstrom weitgehender ausgenützt, wodurch an Kühlwasser gespart wird; braucht man weniger Kühlwasser, so ist auch entsprechend weniger Förderkraft erforderlich. Gleichzeitig können auch die Wasserförderpumpen kleiner gewählt werden. Insgesamt wird also wieder sowohl an Anlagekosten als auch an Betriebskosten gespart.

a) Der Kühlwasserverbrauch.

Die Zahl, welche angibt, wieviel Kilogramm Wasser zur Kondensation von 1 kg Brüdenampf verbraucht wird, nennen wir die Kühlwasserverhältniszahl  $n$ . Wenn nun die stündlich zu kondensierende Brüdenmenge mit  $D$  (= Verdampfleistung) bezeichnet wird, so ist

$$W = nD$$

Kühlwasser zur Kondensation erforderlich. Das Kühlwasser vermischt sich mit den kondensierten Brüden, so daß vom Kondensator  $W + D$  kg Wasser in der Stunde abfließt. Dieses abfließende Warmwasser wollen wir kurz Fallwasser nennen. Das Kühlwasser erwärmt sich im Kondensator von  $t_0$  auf  $t'$ , wobei je 1 kg des Kühlwassers  $t' - t_0$  Kalorien von den sich kondensierenden Brüden aufnimmt, wenn man vernachlässigt, daß die sich kondensierenden Brüden das Kühlwasser um  $D$  kg vermehren. Das Kühlwasser nimmt also  $W(t' - t_0)$  WE auf. Diese Wärmemenge stammt restlos von der Dampfwärme ( $r$ ) der Brüden, so daß

$$W(t' - t_0) = Dr$$

sein muß. Da nun

$$W = nD,$$

finden wir

$$n(t' - t_0) =$$

oder

$$n = \frac{r}{t' - t_0}.$$

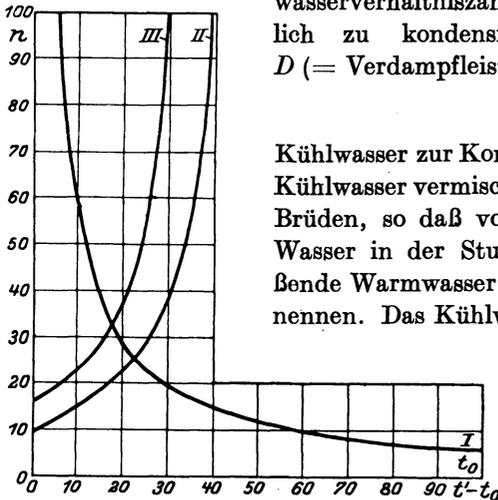


Abb. 101. Kühlwasserverhältniszahl als Funktion von  $t' - t_0$  (I), von  $t_0$ , wenn in Gegenstromkondensation  $t' = 45^\circ$  (II), von  $t_0$ , wenn im Parallelstrom  $t' = 35^\circ$  (III).

des Kondensators von  $t_0$  auf  $t'$ , wobei je 1 kg des Kühlwassers  $t' - t_0$  Kalorien von den sich kondensierenden Brüden aufnimmt, wenn man vernachlässigt, daß die sich kondensierenden Brüden das Kühlwasser um  $D$  kg

Für  $r$  kann man annähernd den Durchschnittswert  $r = 570$  setzen ( $r = 607 - 0,7 t'$  und  $t' = 30^\circ$  bis  $75^\circ$  C), so daß die Kühlwasserverhältniszahl aus der Kenntnis von  $t'$  und  $t_0$  berechenbar ist

$$n = \frac{570}{t' - t_0}.$$

Diese Formel gibt nur annähernde Werte, welche aber für die Praxis hinreichend genau sind.

$t'$  ist zumeist festgelegt, da die Verdampfung bei einer bestimmten Temperatur, und zwar für Malzwürzen bei ungefähr  $45^\circ$  C, zu erfolgen hat. Die höchste Temperatur des Fallwassers kann also nicht mehr als  $45^\circ$  C sein. Im Gegenstromkondensator kann diese Temperatur auch erreicht werden. Das

Kühlwasserverhältnis wird also von  $t_0$ , also von der Temperatur des Kühlwassers bestimmt. Das Kühlwasser kann frisches Brunnenwasser sein, und sodann ist zumeist  $t_0 = 10$  bis  $12^\circ$ , oder aber das Kühlwasser kommt von einem Rückkühler, dessen Kühl-

grenze dann  $t_0$  festlegt (s. Kapitel IV, B). Das Kühlwasserverhältnis ist eine hyperbolische Funktion der Temperaturdifferenz  $t' - t_0$  (Abb. 101). Kurve I stellt das Kühlwasserverhältnis  $n$  als Funktion von  $t' - t_0$  dar, Kurve II ist ebenfalls  $n$ , doch als Funktion von  $t_0$ , wenn  $t' = \text{konst.} = 45^\circ$  in Gegenstromkondensation ist, Kurve III ist endlich das Kühlwasserverhältnis im Parallelstrom, wenn  $t' = 35^\circ$  C. Man sieht hier deutlich, daß die Parallelstromkondensation einen bedeutend größeren Kühlwasserverbrauch bedingt als die Gegenstromkondensation.

Im Verlauf der Verdampfung weist der Kühlwasserverbrauch auch Änderungen auf. Wie bereits öfters erwähnt wurde, ändert sich die Verdampfleistung bei einem bestimmten spez. Gewicht der eingedickten

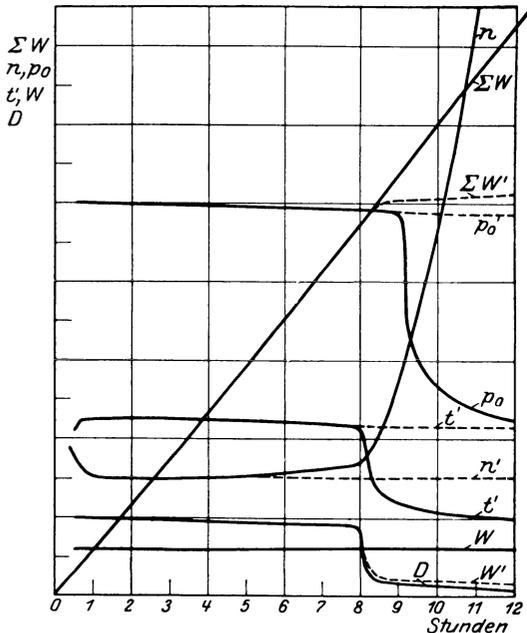


Abb. 102. Die Funktion eines Malzextraktverdampfers.  $n$  Kühlwasserverhältniszahl.  $W$  Stündlicher,  $\Sigma W$  gesamtlicher Kühlwasserverbrauch.  $p_0$  Kondensatordruck.  $t'$  Fallwassertemperatur.  $D$  Stündliche Verdampfung.

Würze. Fällt die Verdampfleistung und bleibt dabei die Kühlwassermenge im Kondensator unverändert, so steigt das Kühlwasserverhältnis an und die Fallwassertemperatur  $t'$  wird geringer. Da gleichzeitig auch die Luftmenge geringer wird, steigt das Vakuum an und die Brudentemperatur wird niedriger. Diese Verhältnisse sind auf Abb. 102 graphisch dargestellt. Wird die Kühlwassermenge entsprechend verkleinert, so weist die  $W$ - und  $\Sigma W$ - (Gesamtkühlwassermenge) Kurve einen scharfen Knick auf, während  $n$ ,  $p_0$ ,  $t'$  konstant bleiben. Die punktierten Kurvenfortsetzungen in Abb. 102 stellen diesen Fall dar.

Der Zusammenhang zwischen der Fallwassermenge  $W + D$  und der Kühlwassermenge ergibt sich aus

$$W = nD.$$

Es folgt, daß

$$(W + D) = (n + 1)D.$$

und

$$D = \frac{(W + D)}{n + 1},$$

sowie

$$W = (W + D) - D = (W + D) - \frac{W + D}{n + 1} = \frac{n}{n + 1} (W + D).$$

Die in Abschnitt *a* niedergelegten Gleichungen erlauben die Größen  $W$ ,  $W + D$ ,  $n$  und  $t'$  zu berechnen, insofern  $t_0$  gegeben ist und zwei der obigen Größen meßbar sind.

#### b) Die Größe der Luftpumpe.

Das Vakuum im Kondensator und im Verdampfer wird dadurch aufrechterhalten, daß die sich darin ansammelnde Luft mittels einer Pumpe abgesaugt wird. Wie bereits erwähnt, kann diese Pumpe im Prinzip eine Naßluftpumpe oder eine Trockenluftpumpe sein.

Gelangt ein Gegenstromkondensator zur Anwendung, so wird nur eine Trockenluftpumpe verwendet, da diese die Luft allein vom Fallwasser getrennt absaugt. Das Fallwasser muß dann entweder mittels einer Wasserpumpe vom Kondensator entfernt werden oder aber der Kondensator wird so hoch angeordnet, daß das Wasser sich durch ein ca. 10 m hohes barometrisches Fallrohr aus dem Kondensator entfernt. Eine Naßluftpumpe bei Gegenstromkondensation zu verwenden, ist unsinnig, denn in diesem Fall würde sich das warme Fallwasser mit der kühleren Luft vermengen, wodurch die Vorteile der Gegenstromkondensation verlorengehen würden.

Wird im Gleichstrom kondensiert, so wird zumeist eine Naßluftpumpe verwendet, welche die Luft und das Fallwasser gemeinsam ab-

saugt, obwohl man in der Praxis oft auch Trockenluftpumpen vorfindet. Die Anwendung der Trockenluftpumpe hat unter normalen Verhältnissen hier keinen Vorteil, nur wenn die Kühlwassertemperatur großen Schwankungen unterworfen ist, ist ihre Anwendung zweckmäßiger, da die Naßluftpumpe nur geringe Fallwasserschwankungen erlaubt.

Die zur Berechnung der Fallwassermenge dienenden Gleichungen sind im Abschnitt *a* beschrieben. Für die Naßluftpumpe muß noch das Volumen der abzusaugenden Luft bestimmt werden. Für die Trockenluftpumpe genügt die Bestimmung der reinen Luftmenge.

Die sich im Kondensator ansammelnde Luftmenge hat einen dreifachen Ursprung:

1. Die Undichtigkeiten der Apparatur,
2. das Kühlwasser,
3. die zu verdampfende Flüssigkeit.

Zur Berechnung dieser Luftmengen verfolgt Hausbrand den folgenden Gedankengang:

Nach Bunsen enthält das Brunnenwasser etwa 2,5 Vol.-% atmosphärische Luft so, daß das Kühlwasser 0,025 *W* Luft ( $p_0 = 1 \text{ Atm.}$ ) dem Kondensator zuführt. Die zu verdampfenden Flüssigkeiten haben gleichfalls sehr verschiedenen, oft erheblichen Gehalt an Gasen, besonders Ammoniak, welcher mit 2·5 Vol.-% des Kühlwassers in Rechnung gestellt werden kann. Endlich berücksichtigt Hausbrand die Undichtigkeiten der Apparatur mit 10 Vol.-% des verwendeten Kühlwassers. Die Luftpumpe muß also  $2,5 + 2,5 + 10 = 15 \text{ Vol.-%}$  des Kühlwassers absaugen. „Der Sicherheit wegen und um außer der Luft die etwaigen Gase im Kühlwasser zu berücksichtigen, vergrößern wir diese Zahl noch, und denken uns, daß in den Verdichter (Kondensator) etwa 20 Vol.-% des Kühlwassers an unverflüssigbaren Gasen geführt werden.“

F. J. Weiß gibt zur rechnerischen Verfolgung dieser Gasmengen folgende Formel an:

$$L = \frac{1}{1000} (\lambda W + \mu D).$$

Nun ist

$$W = nD,$$

weshalb obige Gleichung auch

$$L = \frac{W}{1000} \left( \lambda + \frac{\mu}{n} \right)$$

geschrieben werden kann. In beiden Gleichungen bedeutet *L* die Gasmenge in Kubikmeter von  $p = 1 \text{ Atm.}$  in der Zeiteinheit. *W* ist die Kühlwassermenge und *D* die Verdampfleistung in der Zeiteinheit in Kubikmeter ausgedrückt.  $\lambda$  ist ein Faktor, welcher die im Kühlwasser

enthaltenen Gase angibt. Nach F. J. Weiß ist  $\lambda = 0,02$  (also  $100\lambda = 2\%$ ) auf Grund der Bunsenschen Messungen. Der Faktor  $\mu$  faßt die aus der zu verdampfenden Flüssigkeit und die aus den Undichtigkeiten stammenden Gasmengen zusammen, und zwar in Prozenten der verdampften Flüssigkeit. Ebendeshalb ist Faktor  $\mu$  je nach der zu verdampfenden Flüssigkeit sehr verschieden, wie dies auch von F. J. Weiß hervorgehoben wird. Wir finden jedoch bei Weiß nur eine einzige zahlenmäßige Angabe, und zwar wurde bei einer Zuckerverdampfanlage

$$\mu = 8$$

gefunden. Über Malzwürzen ist ebenfalls nur eine einzige, vom Verfasser stammende Angabe in der Literatur vorzufinden, worüber später noch Näheres mitgeteilt wird. Bei ein und derselben Substanz kann  $\mu$  bloß dann konstant sein, wenn auch  $D$  konstant ist, Dies ist aber nur bei kontinuierlich arbeitenden Mehrfachverdampfern der Fall. Im Einzeleffekt sinkt am Ende der Verdampfung die Leistung in der Minute  $D$  sehr stark. Ebendeshalb könnte bei periodisch arbeitenden Verdampfern nur  $\mu D$  konstant sein. Der Verfasser hat es für zweckmäßig gefunden, die Größe  $\mu D$  in zwei Teile zu spalten, da  $\mu D$  eigentlich aus einer konstanten, infolge von Undichtigkeiten einströmenden Gasmenge  $u$  und einer variablen, aus der Flüssigkeit stammenden Gasmenge ( $\kappa D$ ) besteht, also ist

$$\mu D = \kappa D + u.$$

Auf Grund der praktischen Messungen des Verfassers ist es auch gelungen,  $\mu D$  wirklich in 2 Teile zu trennen, wodurch dann die obigen Hausbrandschen Angaben kontrolliert werden können. Hausbrand behauptet, daß  $\lambda = 0,02$  zu gering ist, und daß eigentlich mit  $\lambda = 0,025$  gerechnet werden müßte, da sonst die Weißsche Formel zu niedrige Werte ergibt. Diese Behauptung kann nicht richtig sein, da Hausbrand die Gesamtgasmenge für 15—20 Vol.-% des Kühlwassers angibt. Es sollte also in der Weißschen Formel

$$\lambda + \frac{\mu}{n} = 0,15 \sim 0,20.$$

sein, da nun  $\lambda = 0,02$  ist und vorläufig für  $\mu = 8$  und  $n = 40$  angenommen werden soll, so finden wir für

$$\lambda + \frac{\mu}{n} = 0,22.$$

Also ergibt diese Formel noch höhere Werte, als sie von Hausbrand gefordert werden. Übrigens hängt dieser Wert von  $\mu$  und  $n$  ab, weshalb eigentlich die Hausbrandschen Angaben mit der Weißschen Formel nicht vergleichbar sind. Hausbrand vereinfacht die ganze Frage und gibt die Gasmenge in Kühlwasservolumenprozent an. Dies ist eigentlich nicht zulässig, da die Kühlwassermenge sehr veränderlich ist und

mit den Undichtigkeiten und mit den aus der Flüssigkeit stammenden Gasmengen äußerst wenig zu tun hat. Wenn die Kühlwassermenge abgeändert wird, was durchaus möglich und notwendig ist, je nach der Kühlwassertemperatur, so ändert sich auch der Luftprozentfaktor, da  $n$  verändert wurde. Die Weißsche Formel sagt nicht anderes, als daß die Gasmenge mit dem Kühlwasser nicht in konstantem, sondern in einem durchaus variablen Verhältnis steht. Ebendeshalb sind die Hausbrandschen Angaben eigentlich wertlos, da die dazugehörenden Kühlwasserverhältniszahlen nirgends festgestellt sind und die Mühe für die Berechnung der langen Tabellen so ziemlich zwecklos war. Ebenso scheint die Auswahl der einzelnen Gasprozent auf einer labilen Grundlage vorgenommen zu sein.

Die aus dem Kühlwasser stammende Luftmenge dürfte annähernd stimmen (2,5%), jedoch scheint die Angabe über die aus den Flüssigkeiten frei werdenden Gase vollständig unrichtig zu sein (2,5%), da erstens diese Menge vom Kühlwasser unabhängig ist und nur von der Art der Flüssigkeit bestimmt wird; zweitens sagt Hausbrand kein Wort darüber, warum diese Menge gerade 2,5% sein sollte. Ebenso steht es mit der infolge von Undichtigkeiten eintretenden Luft, welche mit 10% berechnet wird. Dazu werden mit Rücksicht auf „die etwaigen Gase im Kühlwasser“ noch 5% zugeschlagen. Diese Zahlen können überhaupt nicht angenommen werden. Der Grund hierfür soll auch an folgendem praktischen Beispiel klargelegt werden.

Eine Verdampfanlage soll mit einem Kühlwasser von  $t_0 = 10^\circ \text{C}$  arbeiten, welches sich im Kondensator auf  $t' = 25^\circ \text{C}$  erwärmt; in diesem Fall ist

$$n_1 = \frac{570}{25 - 10} \cong 38$$

und

$$W_1 \cong 38 D.$$

Nach Hausbrand muß die Luftpumpe in der Minute

$$L_1 = \frac{0,2 W_1}{1000} = 0,0076 D \text{ m}^3$$

Luft von 1 Atm. Druck fördern. Dieselbe Anlage kann das Kühlwasser besser ausnutzen, und zwar soll das Fallwasser die Temperatur von  $t' = 35^\circ \text{C}$  besitzen. In diesem Fall ist

$$n_2 = \frac{570}{35 - 10} \cong 23$$

$$W_2 \cong 23 D$$

und nach Hausbrand

$$L_2 = \frac{0,2 W_2}{1000} = 0,0046 D \text{ m}^3.$$

Das Verhältnis der Luftmengen der beiden Fälle ist

$$\frac{L_1}{L_2} \cong 1,65.$$

Im ersten Fall wäre also nach Hausbrand eine 1,65 mal größere Luftpumpe notwendig. Dieser Mehrwert könnte nur aus der veränderten Kühlwassermenge erklärt werden, da die infolge von Undichtigkeiten einströmende und die aus der Flüssigkeit stammende Luftmenge unverändert ist. Die Luftdifferenz in beiden Fällen beträgt nach Hausbrand:

$$L_1 - L_2 = (0,0076 - 0,0046) D = 0,003 D \text{ m}^3.$$

Dieselbe Differenz beträgt aus den Bunsenschen Daten berechnet bloß

$$L'_1 - L'_2 = \frac{0,025 W_1}{1000} - \frac{0,025 W_2}{1000} = \frac{0,025}{1000} (38 - 23) D = 0,000375 D \text{ m}^3,$$

dementsprechend ist

$$L'_2 = 0,0072,$$

wenn

$$L'_1 = 0,0076 = L_1$$

und

$$\frac{L'_1}{L'_2} = 1,056.$$

Es ist also klar zu sehen, daß die Hausbrandschen Angaben durchaus unrichtig sind und demzufolge nur die Weißsche Formel gebraucht werden kann.

Der Verfasser hat die Weißsche Luftformel, wie bereits erwähnt durch Zweiteilung von  $\mu D$  abgeändert:

$$L = \frac{1}{1000} (\lambda W + \kappa D + u).$$

Die konstanten  $\kappa$  und  $u$  lassen sich auf experimentellem Wege bestimmen, sobald  $L$  und  $W$  bekannt sind.

$L$  ist das Luftvolumen in der Zeiteinheit auf 1 Atm. Druck reduziert. Das tatsächlich abzusaugende Luftvolumen ist bedeutend größer, da die Verdampfanlage unter Vakuum steht. Wie bereits erwähnt wurde, besteht der Kondensatordruck aus dem partiellen Luftdruck  $l$  und aus dem partiellen Dampfdruck  $d$

$$p_0 = l + d.$$

Der partielle Luftdruck wird durch die Luftpumpe auf 1 Atm. erhöht, so daß nach dem Gasgesetz

$$v_0 l = L p = L$$

und

$$l = \frac{L}{v_0}$$

und der Kondensatordruck

$$p_0 = \frac{L}{v_0} + d$$

ist, wenn  $v_0$  das angesaugte Luftvolumen in der Zeiteinheit (Luftpumpengröße) von  $l$  Druck bedeutet.  $d$  ist der partielle Dampfdruck, welcher, je nachdem im Parallel- oder Gegenstrom kondensiert wird, verschieden ist. Im Parallelstrom hat die Luft die Temperatur des Fallwassers, also  $t'$ , so daß

$$p_0 = \frac{L}{v_0} + d_{t'}$$

ist. Im Gegenstrom sollte die Lufttemperatur theoretisch  $t_0$  sein, doch wird diese praktisch nie erreicht, sie ist vielmehr um einen kleinen Betrag ( $\alpha$ ) höher, also  $t_0 + \alpha$ . Demgemäß ist der Kondensatordruck

$$p_0 = \frac{L}{v_0} + d_{t_0 + \alpha}$$

$\alpha$  ist eine Funktion der Kondensatorconstruction und der Temperaturdifferenz  $t' - t_0$ . Nach F. J. Weiß ist  $\alpha$  innerhalb der praktisch vor-

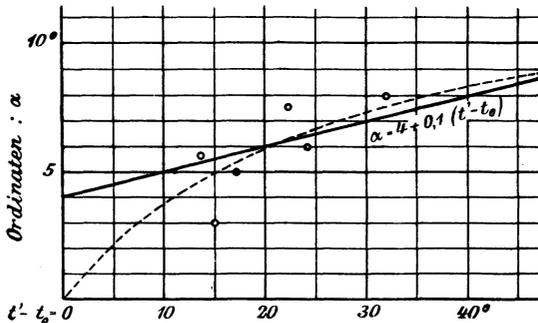


Abb. 103. Die Lufttemperatur im Gegenstromkondensator. (Nach F. J. Weiß: Die Kondensation, 2. Aufl.)

kommenden Grenzen von  $t' - t_0 = 15 - 50^\circ$  eine lineare Funktion (Abb. 103), und zwar

$$\alpha = 4 + 0,1 (t' - t_0).$$

In obiger Gleichung für den Kondensatordruck kann bei ein und derselben Anlage  $L$  und  $d_{t_0 + \alpha}$  für konstant angenommen werden, so daß hier eigentlich eine Funktion von  $p_0 = f(v_0)$  oder von  $v_0 = f(p_0)$  vorhanden ist. Aus dieser Formel läßt sich auch beweisen, daß das physikalisch mögliche Vakuum nur mit Gegenstromkondensation erreichbar ist. Das höchste Vakuum wird durch den im Kondensator herrschenden Dampfdruck bestimmt. Der Dampfdruck hängt wieder von der Fall-

wassertemperatur  $t'$  ab. Der entsprechende Dampfdruck ist  $d_v$ . Die Funktion  $v_0 = f(p_0)$  läßt sich auch

$$v_0 = \frac{L}{p_0 - d}$$

schreiben, und so ergibt sich aus der Gleichung für Parallelstrom  $d = d_v$  und  $p_{0 \min} = d_v$  der Maximalwert für  $v_0$

$$v_{0 \max. \text{ par.}} = \infty$$

und für Gegenstrom ( $d = d_{t_0 + \alpha}$  und  $p_0 = d_v$ )

$$v_{0 \max. \text{ geg.}} = \frac{L}{d_v - d_{t_0 + \alpha}}.$$

Es ergibt sich also, daß im Parallelstrom das physikalisch mögliche Vakuum nur mit unendlich großer Luftpumpe erreichbar ist, was praktisch keine Bedeutung hat. Im Gegenstrom dagegen wird das physikalisch mögliche Vakuum mit einer endlichen Pumpe erreicht.

Die Luftpumpengröße, d. h. die Leistung in der Zeiteinheit, läßt sich aus obiger Gleichung berechnen, wenn  $L$  bekannt ist.  $L$  läßt sich theoretisch nicht berechnen; man ist in dieser Hinsicht auf die Erfahrungen angewiesen, welche an schon vorhandenen Verdampfanlagen gewonnen wurden. Diesen Erfahrungen entstammt die Weißsche bzw. die vom Verfasser abgeänderte Formel, welche die empirische Berechnung von  $L$  erlaubt, vorausgesetzt, daß aus vorhergehenden Versuchen die Größen  $\alpha$  und  $u$  bekannt sind. Um diese Größen festzulegen, mußte an vorhandenen Anlagen  $L$  und  $W$  bestimmt werden.

$L$  ergibt sich aus dem Hubvolumen und aus der Tourenzahl der vorhandenen Pumpe.  $W$  läßt sich mittels eines Wassermessers bestimmen.  $\lambda$  ist 0,02, so daß aus

$$L = \frac{1}{1000} (\lambda W + \alpha D + u)$$

die Summe

$$\alpha D + u = 1000 L - \lambda W$$

berechenbar wird. Man bestimmt nun einerseits die Luftmengen, wenn in den Verdampfer die zu verdampfende Flüssigkeit (Malzwürze) gefüllt ist, und sodann, wenn reines bzw. gekochtes Wasser sich darin befindet, oder aber noch besser, man evakuiert den leeren Verdampfer. In diesem Falle ist

$$\alpha D = 0,$$

so daß  $u$  berechenbar ist:

$$u = 1000 L - \lambda W.$$

Ist nun  $u$  bekannt, so läßt sich auch  $\alpha$  berechnen:

$$\alpha = \frac{1000 L - \lambda W - u}{D}.$$

Die Luftmenge  $u$  dringt durch Undichtigkeiten in den Verdampfer und ist vom Kondensatordruck unabhängig, wie dies von Grashof klargelegt wurde, insofern  $p_0 < 0,5$  Atm. ist, wie dies bei Verdampfung von Malzextrakten auch der Fall ist.

Die Werte  $L$ ,  $u$  und  $\alpha$  sind alle auf 1 Atm. reduzierte Werte, doch sind die verschiedenen Versuchsergebnisse nur dann vergleichbar, wenn sie auch auf  $0^\circ\text{C}$  reduziert werden. Wir haben sodann die Gleichungen

$$L_0 = \frac{L}{1 + \alpha_1(t_0 + \alpha)} \quad \text{oder} \quad L_0 = \frac{L}{1 + \alpha_1 t'}$$

und

$$L_0 = \frac{1}{1000} (\lambda W + \alpha_0 D + u_0).$$

Die Werte  $L_0$ ,  $u_0$  und  $\alpha_0$  sind im Verlauf der Verdampfung nicht konstant. Abgesehen von den ständigen Schwankungen zeigen sich auch

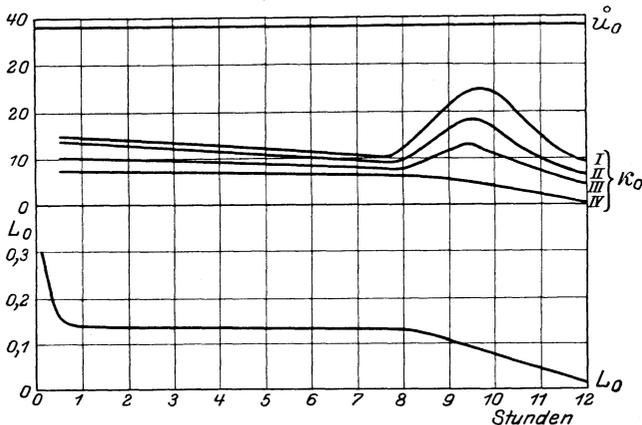


Abb. 104. Die Funktion eines Malzextraktverdampfers.  $L_0$  Gesamtluftmenge,  $u_0$  infolge von Undichtigkeiten einströmende Luft.  $\alpha$  Faktor für aus der Würze stammende Gasmenge.

im idealisierten Verlauf der Kurven (Abb. 104) gesetzmäßige Änderungen. Die Gesamtluftmenge  $L_0$  ist in der ersten Periode der Verdampfung konstant. Nach dem bereits oft erwähnten kritischen Punkt des Verdampfens fällt  $L_0$  allmählich ab,  $u_0$  ist bis zum Ende konstant.  $\alpha_0$  sinkt sehr langsam, nach dem kritischen Punkt steigt  $\alpha_0$  momentan an, um dann wieder abzufallen. Der Grund hierfür ist darin zu suchen, daß nach dem kritischen Punkt die Inkrustation viel bedeutender ist und dadurch eine starke Zersetzung der Malzextrakte an der Heizfläche eintritt. Die  $\alpha_0$ -Werte sind am höchsten, wenn mit überhitztem Dampf gearbeitet wird. Die Kurven zeigen ein deutliches Abfallen vom überhitzten, über Sattdampf, Abdampf bis zum Unterdruckdampf, bei welchem Dampf  $\alpha_0$  überhaupt nicht mehr erhöht wird. Die zahlenmäßigen Angaben lassen sich mit den Weißschen Angaben nur sehr

schwer vergleichen, da  $\mu$  mit  $\kappa$  nicht identisch ist und  $u_0$  nur mit  $\mu D$  vergleichbar wäre. Die vom Verfasser gefundenen Werte für  $\kappa_0$  sind höher als der einzige  $\mu$ -Wert von Weiß, welcher sich auf einen Mehrfacheffektverdampfer für Zuckersäfte bezieht ( $\mu = 8$ ).  $\kappa_0$  war in der Hauptperiode des Verdampfens im Einzeleffekt für Malzextrakte im Mittelwert  $\kappa_0 = 12,5$  für überhitzten Dampf,  $\kappa_0 = 11$  für Sattdampf,  $\kappa_0 = 9$  für Abdampf und  $\kappa_0 = 6,5$  für Unterdruckdampf.  $u_0$  ist von der Apparatur abhängig und war im Falle, auf welchen sich die Kurven der Abb. 104 beziehen,  $u_0 = 39$ .  $L_0$  war ca.  $0,14 \text{ m}^3$ ; die Undichtigkeiten lieferten davon

$$\frac{u_0}{1000} = \frac{39}{1000} = 0,039 \text{ m}^3.$$

Während die Trockenluftpumpengröße einfach durch  $v_0$  bestimmt wird, muß bei der Naßluftpumpe noch das Fallwasser zugerechnet werden:

$$v_0 + \frac{W + D}{1000}.$$

Diese Größe ist bei ein und derselben Pumpe konstant. Wenn auch im Prinzip für eine gegebene Verdampfanlage eine Naßluftpumpe mit minimaler  $v_0 + \frac{W + D}{1000}$  gewählt werden sollte, so soll aber durchaus nicht etwa gesagt sein, daß die kleinste Pumpe mit Hinsicht auf Betriebskosten (Kraftverbrauch) auch die geeignetste ist. Eine etwas größere Pumpe muß evtl. bedeutend weniger Fallwasser und mehr Luft ansaugen, die kleinere Kühlwasserleistung erfordert dann einen bedeutend kleineren Kraftverbrauch.

Der Kraftbedarf einer Kondensationsanlage setzt sich aus dem Bedarf 1. der Wasserpumpen und 2. der Luftpumpen zusammen.

Es muß zuerst das kalte Wasser dem Kondensator zugeführt werden. Die hierzu notwendige Kraft läßt sich auf Grund einer allgemeinen Formel nicht berechnen, da diese von den speziellen Verhältnissen der Anlage abhängt.

Das warme Wasser wird entweder mittels einer Pumpe aus dem Kondensator entfernt, oder aber das Wasser fließt durch ein barometrisches Fallrohr ohne Arbeitsaufwand ab. In diesem Falle muß der Kondensator sich in barometrischer Höhe befinden. Wird mit einer Naßluftpumpe gearbeitet, so saugt diese mit der Luft auch gleichzeitig das Wasser ab.

Der Kraftbedarf einer Trockenluftpumpe berechnet sich nach folgender Formel:

$$E_t = 10000 v_0 p_0 \log \frac{p}{p_0}.$$

Der Kraftbedarf kann graphisch dargestellt werden, wobei man eine Kurve mit einem Maximum erhält (Abb. 105). Die Luftpumpe muß ihre

Maximalleistung bei einem Druck von  $p_0 = 0,37$  Atm. verrichten. Da beim Leerpumpen eines Verdampfers auch dieser Punkt überwunden werden muß, muß der Luftpumpenantrieb dementsprechend gewählt werden. Die Maximalarbeit ist

$$E_{l_{\max}} = 3700 v_0 \text{ kg/m in der Minute, oder}$$

$$E_{l_{\max}} = 0,822 v_0 \text{ Sekundenpferde.}$$

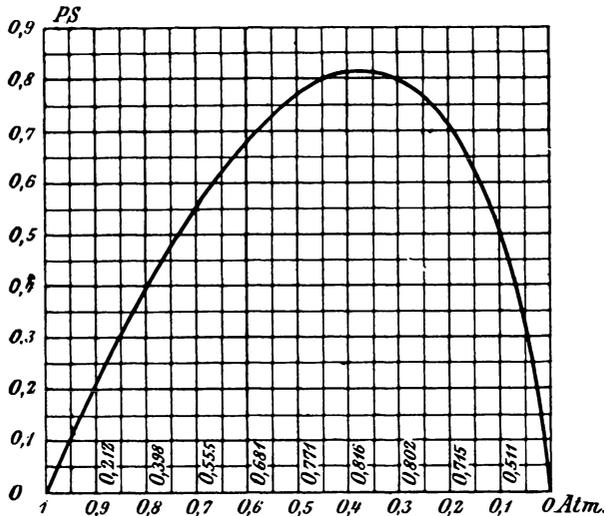


Abb. 105. Kraftverbrauch einer Trockenluftpumpe.

Die Naßluftpumpe verbraucht für die Luftsaugung folgende Kraft:

$$E_{l_{\text{naß}}} = 10000 v_0 (p_0 - d_r) \log \frac{1 - d_r}{p_0 - d_r};$$

zu dieser Arbeit wird noch der Kraftaufwand für die Warmwasserentfernung zugerechnet:

$$E_{ww} = 10 (W + D) (1 - p_0),$$

so daß der gesamte Kraftverbrauch:

$$E = E_{l_{\text{naß}}} + E_{ww}$$

ist.

### c) Die Konstruktion der Kondensatoren.

Der Kondensator ist im Prinzip ein Gefäß, in welchem einerseits die zu kondensierenden Brüden, andererseits das Kühlwasser eingeleitet werden. Es ist dies der sog. Einspritzkondensator oder Mischkondensator. Um die Brüden vollkommen zu kondensieren, wird das Kühlwasser auf eine möglichst große Oberfläche verteilt. Die Zusammen-

leitung der Brüden und des Kühlwassers muß derart erfolgen, daß die Brüden mit dem Wasser restlos in Berührung kommen. Dies erreicht man dadurch, daß das in den Kondensator tretende Kühlwasser durch

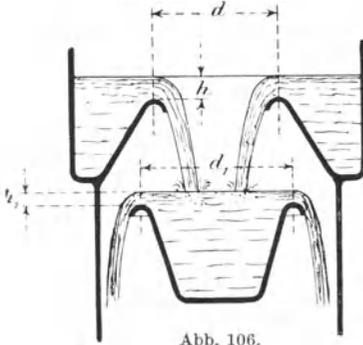


Abb. 106.

Die Überläufe eines Weißschen Kondensators.  
(Nach F. J. Weiß: Die Kondensation.)

Überfälle, Siebplatten, gelochte Rohre oder Zerstäubungsdüsen verteilt wird und die Brüden ihren Weg durch das verteilte Wasser nehmen müssen. Dieser Weg erlaubt zweierlei Möglichkeiten: 1. Gegenstrom- oder 2. Parallelstromkondensation, wie dies bereits auf S. 238 festgestellt wurde. Die Konstruktion eines Parallelstromkondensators ist in Abb. 100 zu sehen. Das Wasser wird durch ein gelochtes Rohr fein verteilt eingespritzt. Diese Kondensatoren sind fast immer von gleicher Konstruktion. Die Gegenstromkondensatoren besitzen ganz verschiedene Konstruktionen, welche aber stets das gleiche leisten. Die einfachste Konstruktion stellt Abb. 99 dar. Im Inneren des Kondensators sind Überläufe, und das überfließende Wasser bildet eine lückenlose Wasserwand, durch welche die Brüden

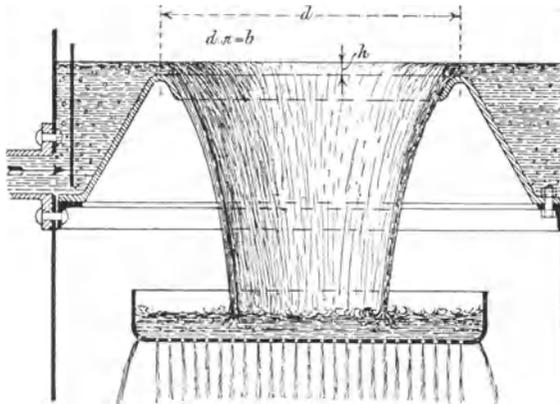


Abb. 107. Kondensator mit Überlauf und Siebplatte. (Nach Hausbrand: Verdampfen.)

durchdringen müssen; diese werden dabei kondensiert, und die unkondensierte Luft kühlt sich bis auf  $t_0 + \beta$  ab. Eine bessere Raumausnutzung gewährleisten die Überläufe der Weißschen Kondensatoren (Abb. 106). Diese Kondensatoren mit den einfachen Überläufen genügen vollkommen und leisten genau dasselbe wie Kondensatoren mit feiner Wasserverteilung. Die Kondensation erfolgt in solchen Kondensatoren ebenso in unmeßbar kleiner Zeit wie in „vollkommeneren“

Kondensatoren mit regen-, schleier-, strahlen- usw. förmiger Wasser-  
verteilung. Besonders beliebt sind die gelochten Platten, welche als Ein-  
sätze verwendet werden. Durch verschieden ge-  
lochte Platten wird das Wasser auf den ganzen  
Querschnitt des Kondensators verteilt. Nicht  
selten kommen die Überläufe mit Siebplatten ge-  
mischt zur Anwendung (Abb. 107). Die ver-  
schiedensten angepriesenen Kondensatorsy-  
steme leisten alle dasselbe, und man soll  
stets die einfachste und die billigste Ausführung  
wählen.

Eine komplette Ge-  
genstromkondensations-  
anlage nach F. J. Weiß  
stellt Abb. 108 dar. Die

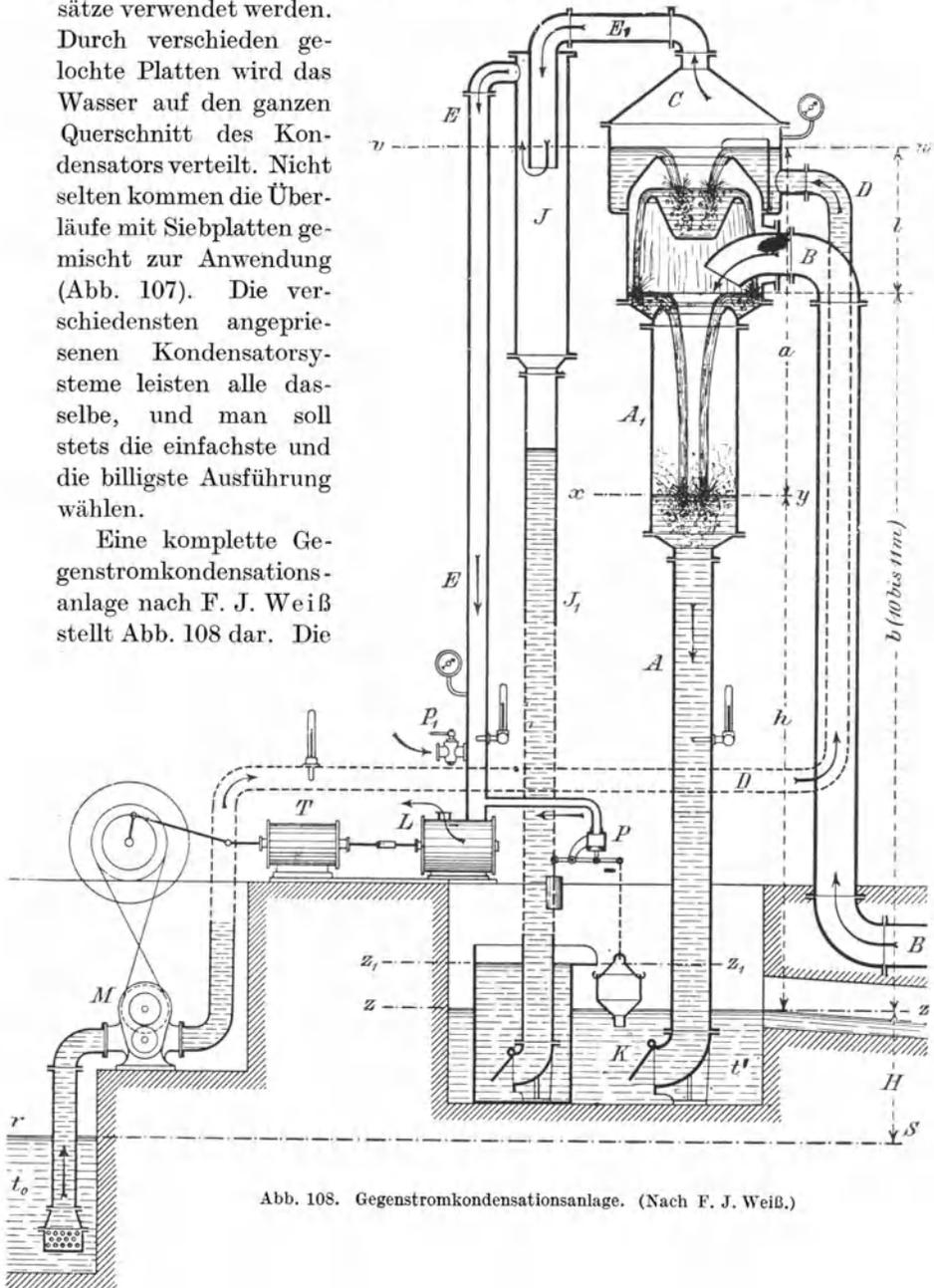


Abb. 108. Gegenstromkondensationsanlage. (Nach F. J. Weiß.)

Brüden treten durch die Brüdenleitung  $B$  in den Kondensator und steigen nach oben. Die unkondensierte Luft sammelt sich bei  $C$  und wird von  $L$  Luftpumpe über  $E_1$ ,  $J$  und  $E$  abgesaugt. Das Kühlwasser wird von Pumpe  $M$  durch die Leitung  $D$  in den Kondensator geleitet. Das Fallwasser fließt über  $A_1$  und  $A$  in die Fallgrube  $K$ . Das Fallrohr  $I$  und  $I_1$  dient für den Fall, daß das physikalisch mögliche Vakuum überschritten wird. Dies tritt dann ein, wenn das Fallwasser die normale Temperatur stark überschreitet, also wenn die Verdampfleistung stark ansteigt. In diesem Fall wird das Fallwasser in die Höhe gerissen. Um nun das Wasser nicht in die Luftpumpe gelangen zu lassen, wurde das Fallrohr  $J—J_1$  eingeschaltet, durch welches dann das hinübergerissene Fallwasser abfließt. Fließt das Wasser einmal durch  $J—J_1$ , so will sich der normale Zustand nicht recht wieder herstellen, wenn auch  $p_0$  wieder kleiner geworden ist. Um dies zu umgehen, dient das Luftventil  $P$ , welches sich öffnet, wenn in der Fallgrube das Wasser weniger wird (wenn durch  $A$  kein Wasser abfließt). Durch das Ventil strömt so viel Luft in den Kondensator, als der Mehrleistung der Pumpe über die erforderliche Leistung entspricht. Dieser Fall ist bei Vakuumverdampfern sehr selten, weshalb diese Vorrichtung hier nur selten zur Anwendung gelangt.

#### d) Die Luftpumpe.

Zur Erzeugung des erforderlichen Vakuums dienen die Luftpumpen, welche in ihrer Ausführung auf sehr verschiedenen Prinzipien beruhen können.

Die meistverbreiteten Pumpen sind die Kolbenpumpen, welche hier kurz beschrieben werden sollen.

Wie bereits öfters erwähnt wurde, kennt man Trockenluft- und Naßluftpumpen. Die Trockenluftpumpe saugt allein die Luft, die Naßluftpumpe sowohl die Luft als auch das Fallwasser ab.

Die Trockenluftpumpen werden heute fast stets als doppeltwirkende Schieberluftpumpen mit Druckausgleich ausgeführt. Der Schieber kann wieder als Flachschieber oder als Drehschieber ausgebildet sein.

Abb. 109 stellt eine Flachschieberluftpumpe dar. Das Ansaugen bzw. das Abdrücken der Luft erfolgt durch Kanäle, welche sich in dem Zylindermantel befinden. Über den Öffnungen bewegt sich ein Flachschieber, welcher abwechselnd die beiden Kolbenseiten mit dem Druck- bzw. Saugstutzen verbindet. In der Abbildung befindet sich der Kolben im rechten Totpunkt, der Kanal ist vom Schieber abgeschlossen. Bewegt sich der Kolben nach links, so läuft der Schieber noch nach rechts, wodurch die rechte Kolbenseite mit dem Saugstutzen verbunden wird, und die Pumpe saugt an. Inzwischen wird die Luft auf der linken Seite

komprimiert; wenn gerade ein etwas größerer Druck als 1 Atm. erreicht wird, gelangt die entsprechende Schieberbohrung über die linke Kanalöffnung, und die Luft wird nun vom Kolben zum Druckstutzen gefördert und verläßt dort die Pumpe. Hat der Kolben den linken Totpunkt er-

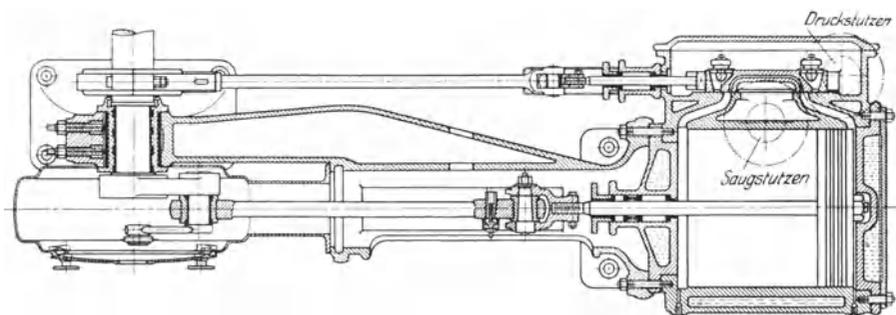


Abb. 109. Flachschieberluftpumpe. (Ostertag: Die Kolbenkompressoren.)

reicht, so verbindet der inzwischen nach links laufende Schieber nach dem Rückgang des Kolbens die linke Seite mit dem Saugstutzen und die rechte Seite mit dem Druckstutzen.

Die Funktion des Schiebers läßt sich durch Abb. 110 besser veranschaulichen. Der muschelförmige Schieber schließt mit seinem Hohlraum die mit dem Saugstutzen in Verbindung stehende mittlere Zylinderhöhhlung  $S$  ab. Die Kanäle  $a-a$  führen zu den beiden Kolbenseiten. Diese Kanäle sind in der mittleren Schieberstellung überdeckt. Zur Abführung der komprimierten Luft dienen die Kanäle  $d-d$  des Schiebers, welche durch federbelastete, sich nach außen öffnende Rückschlagklappen abgeschlossen werden. Die Luft gelangt von hier in den Schieber-

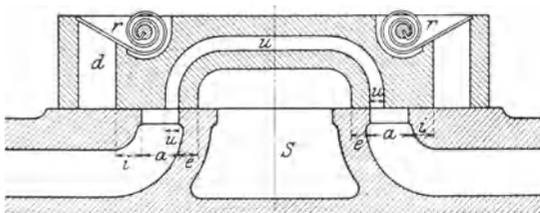


Abb. 110. Luftpumpenflachschieber. (Ostertag: Die Kolbenkompressoren.)

kasten, welcher mit dem Druckstutzen verbunden ist. Der Schieber wird mittels eines Exzenters in Bewegung gesetzt und verbindet die Kanäle  $a-a$  abwechselnd mit  $S$  und  $d$ . Erreicht der Kolben den Totpunkt, so bleibt nach beendetem Ausstoßen der komprimierten Luft im schädlichen Raum komprimierte Restluft, welche beim nachfolgenden Ansaugen das Ansaugvolumen verringert. Das Ansaugvolumen, d. h. der volumetrische Wirkungsgrad der Pumpe, kann durch Druckausgleich der beiden Kolbenseiten erhöht werden. In der Nähe des toten Punktes wird die Restluft des schädlichen Raumes auf die andere Kolbenseite ge-

leitet, wodurch sich der dort herrschende kleine Saugdruck mit dem Restluftdruck ausgleicht. Das Saugen beginnt dann, wenn der Restluftdruck beim Rückgang des Kolbens den Saugdruck erreicht hat. Ohne Druckausgleich muß sich die Restluft vom atmosphärischen Druck auf den Saugdruck ausdehnen, wodurch der Kolben einen bedeutenden Leergang hat. Wird der Druck ausgeglichen, so entspricht dieser Leergang nur mehr dem Unterschied zwischen Ausgleichsdruck und Saugdruck und ist bedeutend geringer. Der Druckausgleich erfordert einen erhöhten Energiebedarf, doch wird der volumetrische Wirkungsgrad und somit die Leistungsfähigkeit stark erhöht, weshalb heute fast nur Pumpen mit Druckausgleich verwendet werden. Den Druckausgleich

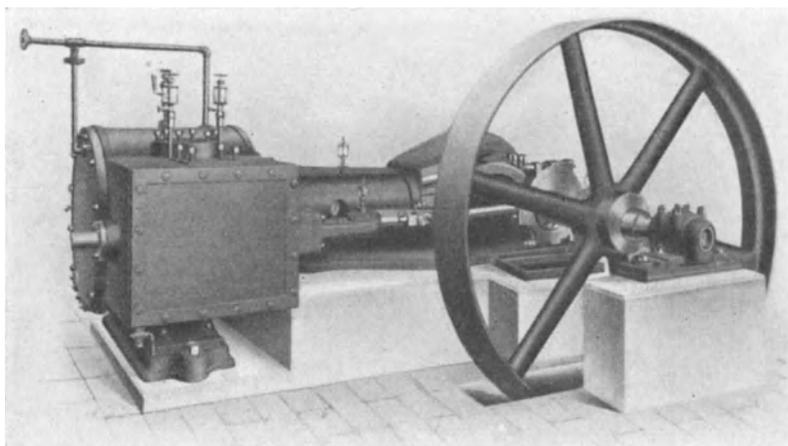


Abb. 111. Flachschieber-Trockenluftpumpe. (Wegelin & Hübner A.-G., Halle a. d. S.)

erreicht man durch den Überströmkanal  $u$  des Schiebers, welcher Kanal die beiden Kolbenseiten in der Nähe des toten Punktes in der Mittelstellung des Schiebers verbindet.

Abb. 111 ist eine Flachschieber-Trockenluftpumpe der Wegelin & Hübner A. G., Halle a. d. S.

Eine im Wesen nicht verschiedene Luftpumpenkonstruktion ist die Drehschieber-Trockenluftpumpe, bei welcher der Schieber aus einem Drehzapfen besteht. Der Unterschied besteht allein in der technischen Ausführung (Abb. 112).

Die Verdichtung der Luft erfolgt polytrop:

$$pv^n = p_0 v_0^n = \text{konst.}$$

Wird keine Wärme entzogen (adiabatische Kompression), so ist  $n = 1,41$ , wird die entstandene Wärme ganz entzogen, so ist  $n = 1$ . In der Praxis ist  $n = 1,15$  bis  $1,20$ , da der Luftpumpenzylinder mit Wasser gekühlt wird.

Bezüglich des Kraftverbrauches siehe S. 250.

Die Naßluftpumpen werden in sehr verschiedenen Konstruktionen ausgeführt. Sie arbeiten mit Ventilkappen und Saugschlitzten. Der sich

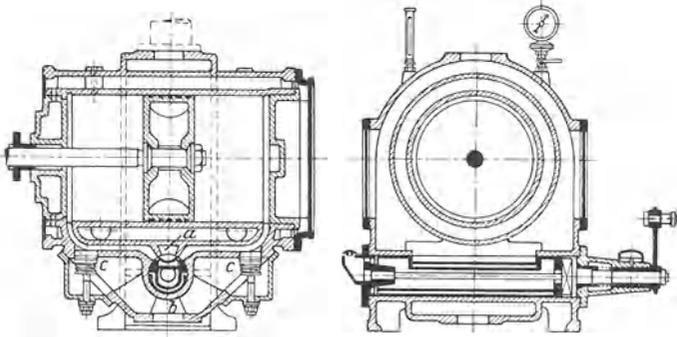


Abb. 112. Drehschieber-Trockenluftpumpe.

bewegende Kolben öffnet und schließt die Saugschlitzten abwechselnd, während die Ventilkappen (zumeist aus Gummi) sich bei einer bestimmten Druckwirkung öffnen. Die Naßluftpumpen können entweder nur mit Ventilkappen oder aber mit Saugschlitzten und Druckventilkappen versehen sein. Die Saugschlitzten haben den Vorteil, daß der Saugventilwiderstand vollständig wegfällt. Zur Verbesserung des volumetrischen Wirkungsgrades werden auch zweistufige Naßluftpumpen gebaut.

Abb. 113 ist eine stehende einstufige Saugschlitzten-Naßluftpumpe der Wegelin & Hübner A. G., Halle a. d. S. Die Konstruktion einer derartigen Pumpe zeigt Abb. 114. Der Pumpentiefel ist mit viereckigen Saugschlitzten versehen. Der Kolben ist trichterförmig ausgebildet und füllt sich mit dem Luft-Wasser-Gemisch, sobald der Kolben beim Abwärtsgang die Saugschlitzten öffnet. Beim Rückwärtsgang werden die Schlitzte abgeschlossen. Ein Verdrängungskörper komprimiert die Luft im trichterförmigen Kolben, und nachdem dies erfolgt ist, wird die

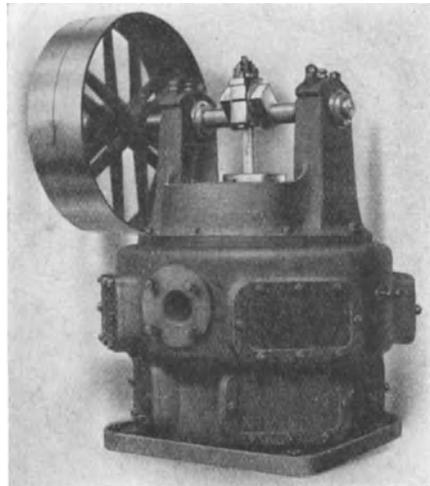


Abb. 113. Einstufige Saugschlitzten-Naßluftpumpe.  
(Wegelin & Hübner A. G., Halle a. d. S.)

Luft und das Wasser durch die Ventilkappen zum Druckstutzen gedrängt.

Die sonstigen Naßluftpumpen sind im Prinzip identisch mit der vorher beschriebenen, bloß die technischen Einzelheiten sind abweichend. Zu bemerken ist noch, daß die Naßluftpumpen mit „Schnüffelventilen“ versehen werden, deren Aufgabe ist, die beim Anprallen des Kolbens auf das Wasser beim Druckhub entstehenden Stöße zu beseitigen. Diese Stöße entstehen dann, wenn im Pumpenraum wenig Luft vorhanden ist, da die Luft eine Pufferwirkung ausübt. Die Schnüffelventile dienen

nun dazu, diese erforderliche Luftmenge einzusaugen, wodurch der volumetrische Wirkungsgrad stark vermindert wird, dafür wieder arbeitet die Pumpe stoßfrei und geräuschlos.

Die Naßluftpumpen haben den Vorteil, daß der Kondensator mit der Pumpe zusammengebaut werden kann, außerdem verlangt eine Verdampfanlage mit Naßluftpumpe weniger Raum, da die Erhöhung und so auch das Fallrohr in Fortfall kommen. Der Verdampfer und die Naßluftpumpe ist einfach mit der Brüdenleitung verbunden (Abb. 90). Demgegenüber steht die viel mehr Raum erfordernde Trockenluftpumpenanlage (Abb. 116). Die Naßluftpumpen haben neben

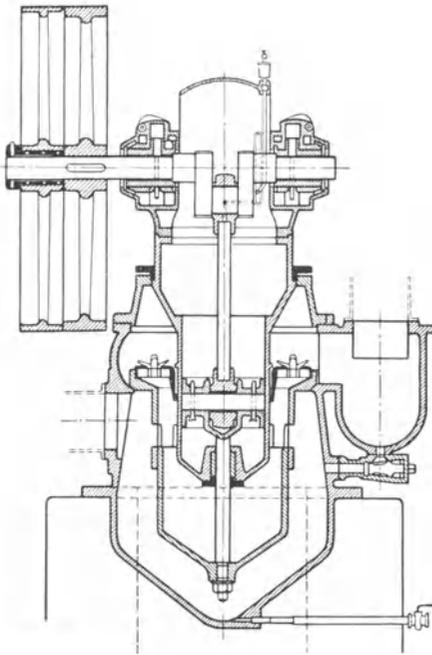


Abb. 114. Einstufige Saugschlitz-Naßluftpumpe.

diesem Vorteil auch erhebliche Nachteile: der größere Kraftverbrauch, der größere Kühlwasserverbrauch (S. 240, 250). Der größte Nachteil ist aber, daß für größere Leistungen die Pumpe äußerst groß dimensioniert werden muß. Die Kosten einer Trockenluftpumpe wird dagegen bei größeren Verdampfleistungen nur ganz unerheblich größer, weshalb für größere Leistungen nur Trockenluftpumpen in Betracht kommen.

Auch die Erzeugung des Vakuums durch Schleuderluftpumpen und Strahlvorrichtungen soll hier kurz erwähnt werden.

Die Schleuderluftpumpen haben einen geringeren Wirkungsgrad als die Kolbenpumpen: 12—13% auf isothermische Verdichtung bezogen

(30—40% bei Kolbenpumpen). Sie werden hauptsächlich bei Oberflächenkondensation verwendet. Ihr Vorteil ist, daß die Pumpe gleichzeitig als Kondensator wirkt, indem die Brüden durch den Wasserstrahl kondensiert werden, weshalb sie doch einigermaßen wettbewerbsfähig werden. Die Schleuderluftpumpen arbeiten mit teilweiser (Westinghouse-Leblanc-Balcke) oder mit voller (AEG) Beaufschlagung. Der Wasserstrahl reißt die Luft in einen Diffusor, in welchem die Luft verdichtet wird. Für Malzextrakt-Vakuumverdampfer werden Schleuderluftpumpen zur Zeit nicht verwendet.

Die Strahlluftpumpen arbeiten mit Wasser- oder Dampfstrahl. Die Wasserstrahlpumpen werden ebenfalls nur für Oberflächenkondensation verwendet, wobei das von der Strahlvorrichtung abfließende Wasser zweckmäßig in den Oberflächenkondensator geleitet werden kann. Das Prinzip der Strahlpumpen ist, daß das Wasser oder der Dampf mit großer Geschwindigkeit durch eine oder mehrere Düsen geleitet wird, wobei der entstandene Strahl nach dem bekannten Injektorprinzip eine Saugwirkung ausübt. Das Wasser muß eine Geschwindigkeit von ca. 25 m/sek, der Dampf eine solche von 800—1200 m/sek besitzen. Die Düsen können nebeneinander (Vielstrahlpumpe Körting) oder nacheinander (Mehrstufenstrahlapparat) angeordnet sein. Im ersten Fall wird die Liefermenge, im zweiten Fall das Vakuum vergrößert. Die Dampfstrahlpumpen besitzen einen bedeutend besseren Wirkungsgrad als die Wasserstrahlpumpen. Der Wirkungsgrad der Dampfstrahlapparate (Thermokompressor) wurde in der letzten Zeit stark gehoben (Josse-Gensecke), so daß dieser einer Turbopumpe gleichwertig ist, jedoch muß ein mehrstufiger Strahlapparat verwendet werden. Die Dampfstrahlapparate haben für die weiter unten zu behandelnde Brüdenkompressionsverdampfung eine große Bedeutung erhalten und werden deshalb auch dort näher besprochen (S. 265).

Die Turboluftpumpen (Turbokompressoren) haben auch nur für die Brüdenkompressionsverdampfung eine Bedeutung und werden deshalb ebenfalls dort besprochen.

#### 4. Die Verdampfersysteme.

Die Verdampfanlagen bestehen aus den unter 1, 2 und 3 beschriebenen Elementen, deren wechselnde Kombination und Ausführungen die verschiedenen Verdampfersysteme hervorbringen. Diese Systeme haben teilweise energiewirtschaftliche Vorteile, teilweise dienen sie zur Verbesserung der Qualität der eingedickten Extrakte. Es sollen hier diese Systeme mit Rücksicht auf die Malzwürzeverdampfung besprochen werden.

## a) Der Kugelverdampfer.

Der Kugelverdampfer ist eigentlich ein Verdampfer mit Schalenheizkörper, dessen unterer Teil und am zweckmäßigsten auch der obere Teil kugelartig ausgebildet ist (Abb. 90a). Da der Schalenheizkörper nur eine sehr geringe Heizfläche besitzt, wird in den Verdampfraum gewöhnlich noch eine Heizschlange eingebaut. Um mit dieser relativ kleinen Heizfläche eine entsprechende Verdampfleistung zu bekommen, muß mit großem Wärmegefälle, also mit Hochdruckdampf, gearbeitet werden. Durch Verlängerung der Heizschlange kann wohl die Heizfläche stark vergrößert werden, doch verhindern die langen Schlangen die Reinigung des Verdampfraumes. Das große Wärmegefälle hat starke Inkrustation zur Folge, sowie große Verluste an Diastase wegen lokaler Überhitzung an der Heizfläche. In solchen Verdampfern lassen sich Malzextrakte für Nährzwecke wohl eindicken, doch für diastatische Extrakte sind sie nicht zu empfehlen, da die Diastaseverluste ganz bedeutende sind. Die Erfahrungen des Verfassers beweisen, daß in Kugelverdampfern mit einem Heizdampf von 8 Atm. 30—40 % der gesamten DK zerstört werden, eine 14stündige Verdampfzeit vorausgesetzt. Ist der Dampf noch außerdem überhitzt, so sind die DK-Verluste noch bedeutender: 45—55 %.

Die starke Inkrustation wird auch dadurch gefördert, daß die Würzen in einer verhältnismäßig dicken Schicht über der Heizfläche liegen und die Bewegung der Würze besonders im Endstadium des Verdampfens nicht genügend ist.

Neben den DK-Verlusten ist noch eine nachteilige Erscheinung zu beobachten, und zwar werden die Würzen durch die hohe Heizdampf-temperatur karamellisiert und die fertigen Extrakte erhalten eine dunklere Farbe.

Diese Nachteile können nicht vermieden werden, da wegen der kleinen Heizfläche weder Abdampf noch Unterdruckdampf verwendet werden kann.

## b) Verdampfer mit eingebautem stehenden Röhrenheizkörper.

Die Anwendung von Röhrenheizkörpern hilft den Nachteilen der Kugelverdampfer ab. Die Heizfläche kann stark vergrößert werden, weshalb auch mit Abdampf (auch Anzapfdampf von Compounddampfmaschinen) gearbeitet werden kann.

Der Röhrenheizkörper besteht aus stehenden Röhren, welche in den Verdampfraum eingebaut sind (Abb. 90b). Die Malzwürze befindet sich im Inneren der Röhre. Durch Einwirkung des Heizdampfes kocht die Würze auf und die Dampfblasen heben die Würze in die Höhe, welche dann die Rohre verlassen und durch das zentralliegende weite Rohr in

den unteren Teil des Verdampfraums fließen, um dann in den Rohren wieder in die Höhe zu steigen. Die Würzen zirkulieren lebhaft, wodurch die Inkrustation, die DK-Verluste und die Karamellisierung stark vermindert werden. Die DK-Verluste betragen nach den Versuchen des Verfassers

bei Frischdampf oder Zwischendampfheizung von 2,5 Atm. Druck . . .	30 %
bei Abdampfheizung . . . . .	25 %
bei Unterdruckdampfheizung (Wärmegefälle 15—20° C) . . . . .	5 %

Die äußere Form der Verdampfer mit eingebautem stehenden Röhrenheizkörper ist zumeist zylindrisch (Abb. 90 b, 120), oft findet man aber den oberen Verdampfraum kugelförmig ausgebildet. Da der Heizkörper in den Verdampfraum eingehängt ist, ist die Reinigung der zahlreichen Rohre sehr schwierig und langwierig. Der Arbeiter muß durch das Mannloch in den Verdampfraum steigen und so die Röhre mit Bürsten reinigen.

#### c) Verdampfer mit außenliegendem Zirkulationsröhrenheizkörper.

Trennt man den Verdampfraum vom Heizkörper, so gelangt man zu Verdampfern, welche leichter bedienbar und dabei leistungsfähiger sind. Der Heizkörper eines solchen Verdampfers liegt ganz außerhalb des Verdampfraumes (Abb. 90 c, 91, 115, 116, 117). Es sind zweierlei Konstruktionen zu unterscheiden: 1. mit vertikalem und 2. mit horizontalem Heizkörper.

Der vertikal angeordnete Heizkörper (Abb. 90 c, 115, 116) besteht aus Rohren von 3 oder mehr Meter Länge, in welchen die Würze zirkuliert. Der Heizdampf wird um die Rohre geleitet. Der Heizkörper ist derart konstruiert, daß die Rohre unten und oben durch Öffnen von Verschlussklappen freigelegt werden können (Abb. 115), wodurch ihre Reinigung bequem ohne Besteigen des Verdampfraumes durchgeführt werden kann. Die Würze kocht in den Rohren auf, und die entstandenen Dampfblasen reißen die Würze in schnellem Strom in die Höhe. Die große Höhe des Heizkörpers vergrößert nur diese Geschwindigkeit, da die Dampfblasen beim Aufsteigen stets größer werden. Das Würze-Brüden-Gemisch gelangt vom Heizkörper durch ein kurzes Verbindungsrohr in den zylindrischen Verdampfkörper, wo es durch die große Geschwindigkeit verteilt wird. Die Brüden werden hier von der unverdampften Würze weitgehendst getrennt und gelangen infolge der vorhandenen Saugwirkung in den Kondensator (Abb. 116). Die unverdampfte Würze sammelt sich im unteren Teil des Verdampfkörpers und fließt durch eine Rohrleitung wieder dem Heizkörper zu, wo das Spiel von neuem beginnt. Dieser Heizkörper versetzt den Saft in eine weit schnellere Zirkulation als der eingehängte Röhrenheizkörper, weshalb die ganze Verdampfer-

konstruktion auch Schnellstrom- oder Schnellumlaufverdampfer genannt wird. Infolge der besonders schnellen Zirkulation wird eine Inkrustation an der Heizfläche weitgehendst vermieden. Als Heizdampf kann jedwede Dampfart gewählt werden, da die Heizfläche ganz nach Notwendigkeit, ohne Beschränkung vergrößert werden kann.

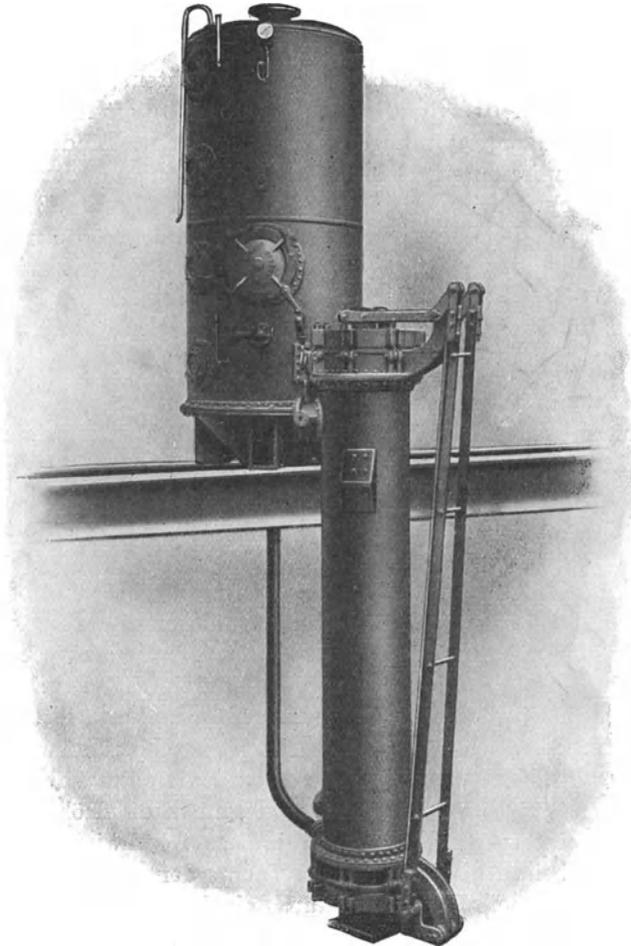


Abb. 115. Verdampfer mit außenliegendem vertikalen Zirkulationsröhrenheizkörper.  
(E. Paßburg, Berlin NW.)

Ein Nachteil dieser vertikalen Konstruktion ist, daß die Aufstellung viel Raum und hohe Podeste erfordert. Diesen Nachteil kann man vermeiden, wenn man den Heizkörper horizontal anordnet (Abb. 91, 117). Die Würze fließt in die unteren Rohre des Heizkörpers, wo sie zum Teil verdampft wird. Die Dampfblasen reißen die Würze gegen das Ende des

Heizkörper, so daß sie in die oberen Rohre gelangt. Dies wird dadurch erreicht, daß die unteren Rohre sich nach außen etwas erhöhen, während die oberen Rohre sich etwas abwärts neigen. Die Würze verläßt am Ende des Heizkörpers die Rohre und wird an den Röhrenden durch die große Geschwindigkeit stark zerstäubt. Die Zerstäubung ist beim horizontalen Heizkörper größer als beim vertikalen Heizkörper, so daß die Würzenoberfläche verhältnismäßig groß ist und die Verdampfung beschleunigt wird. Die Brüden werden oben abgesaugt, während die unverdampfte Würze nach unten fällt und wieder in den Heizkörper gelangt. Die Zirkulation ist in diesem Verdampfer noch lebhafter als im Verdampfer mit vertikalem Heizkörper, da keine hohe Steighöhe für die Würze erforderlich ist. Ein bedeutender Vorteil ist die schon erwähnte Raumersparnis, wozu noch die leichtere Reinigung kommt. Der Apparat kann ohne Podest oder besonderen Einbau auf den flachen Boden gestellt werden; die Reinigung kann durch einfache Abnahme eines Verschußdeckels von einem auf dem Fußboden stehenden Arbeiter mittels Bürsten vorgenommen werden.

Will man im Malzextraktbetrieb mit Schnellumlaufverdampfern arbeiten, so muß man bei Bestellung eine Garantie der liefernden Firma verlangen, daß die Verdampfung der Malzextrakte im Apparat bis zur Endkonzentration ( $40\text{--}42^\circ$  Bé,  $1,4\text{--}1,42$  spez. Gewicht) möglich ist. In zu engen Rohren zirkuliert das dicke Extrakt nicht gut, so daß das Endverdampfen nicht recht möglich ist. Die Rohrweite läßt sich nicht berechnen, es müssen reichliche Erfahrungen darüber vorhanden sein. In der Praxis findet man oft neben dem Schnellstromverdampfer einen Kugelverdampfer für die Endverdampfung. Daß dies keine richtige technische Lösung ist, braucht nicht weiter erörtert zu werden.

Schnellstromverdampfer, welche zur Verdampfung von Malzextrakten geeignet sind, werden von vielen Firmen gebaut. Es seien hier einige er-

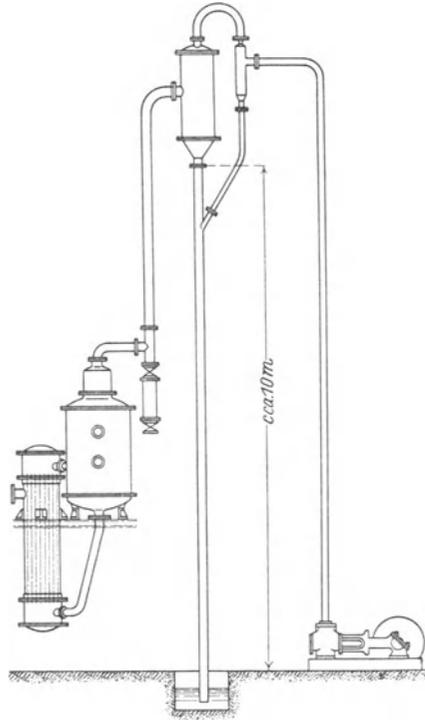


Abb. 116. Verdampfanlage mit Schnellumlaufverdampfer, mit außenliegendem Röhrenheizkörper, mit Gegenstromkondensation und Trockenluftpumpe.

wähnt: Emil Paßburg, Berlin NW, Volkmar Hänig & Co., Dresden-Heidenau, Franz Hermann, Köln-Bayenthal, Friedrich Heckmann, Berlin SO 16, Maschinenfabrik Golzern b. Grimma, Ruhlandwerke A. G., Berlin NW 6 usw.

Es soll hier noch der Kletterverdampfer erwähnt werden. Dieser ist ebenfalls ein Röhrenheizkörperverdampfer, doch sind die Rohre sehr

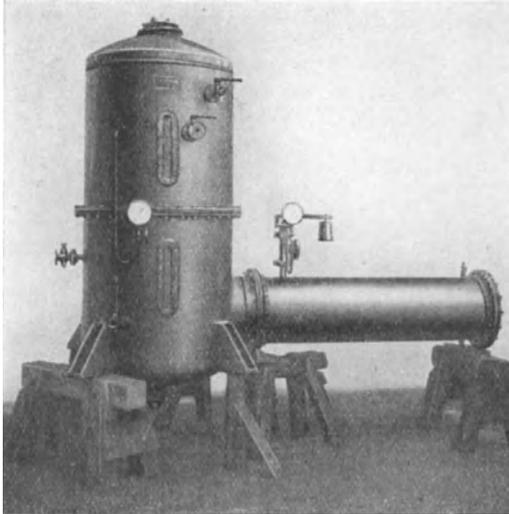


Abb. 117. Verdampfanlage mit außenliegendem, horizontalem Zirkulationsröhrenheizkörper. (F. Heckmann, Berlin SO 16.)

hoch und der Verdampfraum ist sehr klein. Die Würze erreicht bereits ihre gewünschte Konzentration, wenn sie oben die Rohre verläßt, so daß die Würze nur ganz kurze Zeit im Verdampfer verbringt und deshalb wenig Schaden erleidet. Dieses System stammt von Kestner in Lille und wurde verschiedentlich umgeändert. Für wärmeempfindliche Substanzen sind wohl die Simplex-Multiplex-Verdampfer, System Wiegand, am meisten bekannt. Für Malzextrakte sind scheinbar keine solchen Verdampfer im Betrieb.

#### d) Der Mehrfacheffekt.

Der Dampfverbrauch der unter *a*, *b*, *c* besprochenen Verdampferkonstruktionen ist theoretisch 100 %, bewegt sich praktisch aber zwischen 105—115 %. Bei diesen Verdampfern geht die in den Brüden befindliche Wärme im Kondensator verloren. Dies bedeutet einen großen Wärmeverlust, weshalb man stets bestrebt war, diese Wärme irgendwie nutzbar zu machen. Der erste Schritt hierzu war die Hintereinanderschaltung

mehrerer Verdampfer (von Pécqueur 1834 erfunden), wobei jeder folgende Verdampfer von den Brüden des vorhergehenden Verdampfers geheizt wird, und erst die Brüden des letzten Verdampfers werden im Kondensator niedergeschlagen. Theoretisch kann man im Mehrfacheffekt mit 1 kg Dampf so viel Kilogramm Wasser verdampfen, als Verdampfer vorhanden sind, doch in der Praxis kann man diese Zahlen nicht erreichen:

	Wasser mit 100 kg Dampf	Dampf für 100 kg Wasser
Einkörperapparat (simple Effekt) . .	91 kg	110 kg
Zweikörperapparat (double Effekt) . .	180 kg	55,5 kg
Dreikörperapparat (triple Effekt) . .	270 kg	36,70 kg
Vierkörperapparat (quadruple Effekt). usw.	359 kg	27,80 kg

Da ein jeder Verdampfer von den Brüden des vorgeschalteten Verdampfers geheizt wird, muß der Siedepunkt vom ersten bis zum letzten Verdampfer stets niedriger werden. Daraus folgt, daß die Verdampfung bei verschiedenen Temperaturen erfolgt, zweitens ist die Verdampfung bei ganz niedriger Temperatur nicht möglich. Wenn wir z. B. annehmen, daß im vierten Verdampfer eines Vierkörperapparates die Verdampfung bei 45° C erfolgt und ein Wärmegefälle von 15° C vorhanden sein muß, so sind die Verdampftemperaturen der einzelnen Apparate

I. 90°                  II. 75°                  III. 60°                  IV. 45°

Steht Abdampf zur Verfügung (ca. 110° C) und wird nur im Einfacheffekt mit 45° C verdampft, so ist das ganze Wärmegefälle 65° C. Wird dagegen im Vierfacheffekt verdampft, so muß dieses Gefälle auf 4 Teile geteilt werden, weshalb dann die Gesamtheizfläche 4mal so groß gewählt werden muß als im Einzeleffekt. Wegen den hohen Anlagekosten und dem zu geringen Wärmegefälle von Apparat zu Apparat werden höchstens Vierkörperapparate gebaut. Im Mehrfacheffekt kann also die niedrige Verdampftemperatur nicht eingehalten werden, und außerdem werden die Anlagekosten vergrößert. Für Malzextrakte kann daher eine Mehrfacheffektanlage nicht in Frage kommen.

Im Mehrfacheffektverdampfer befindet sich in den Heizkörpern Unterdruckdampf, weshalb die Heizkörper mit der Luftpumpe in Verbindung stehen müssen.

Die Nachteile der Mehrfachverdampfananlagen zu umgehen, gelang mit Hilfe der Brüdenkompression, welche im folgenden Abschnitt behandelt wird.

#### e) Die Brüdenkompressionsverdampfung.

Nach Erfindung des Mehrfacheffektes war schon in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts der Gedanke naheliegend, die Brüden eines Verdampfers nicht in den Heizkörper eines anderen Verdampfers zu

leiten, sondern die Brüdenwärme zur Verdampfung im gleichen Verdampfer zu verwenden. Um dies aber tatsächlich durchzuführen, muß die Temperatur der Brüden erhöht werden, da ohne Wärmegefälle keine Verdampfung möglich ist. Dieser Gedanke wurde erst vor ungefähr 20 Jahren in einer technisch vollkommenen Form von der Société Générale d'Évaporation Procédés Prache & Bouillon, Paris, praktisch ausgenutzt. Es wurde eine große Anzahl von Verdampfstationen (hauptsächlich für Wasserdestillation) gebaut, welche auch heute noch im Betrieb stehen, und seither hat sich ihre Anzahl nur vermehrt.

Die Kohlenknappheit der Kriegsjahre hat die Verdampfung mit den eigenen Brüden sehr stark in den Vordergrund gedrängt. Die A. G. Kummler & Matter, Aarau in der Schweiz, hat im Jahre 1918 ihre „Autovapor“ herausgebracht, und später erschien auch in Deutschland der „Brüdenkompressionsverdampfer“ System Josse-Gensecke-Metallbank, ein System, das wohl heute die technisch höchste Stufe dieses Gebietes bedeutet.

Die Erzeugung des erforderlichen Wärmegefälles erfolgt durch adiabatische Kompression der Brüden. Bei der adiabatischen Kompression wird den Brüden mechanische Arbeit zugeführt, wodurch der Druck ansteigt, und da kein Temperatúraustausch möglich ist, steigt auch die Temperatur.

Die adiabatische Kompression erfolgt nach der an sich bekannten Gleichung:

$$p_0 v_0^{\kappa} = p v^{\kappa} = \text{konst}$$

oder

$$p_0 T_0^{\frac{\kappa}{\kappa-1}} = p T^{\frac{\kappa}{\kappa-1}} = \text{konst}$$

$$\left( \kappa = \frac{C_p}{C_v} \right).$$

Zur Kompression dient die auch „Thermokompressor“ genannte „Wärmepumpe“. Die Wärmepumpe wird als Turbokompressor oder auch als Dampfstrahlkompressor ausgebildet.

Turbokompressor nennt man ein System, welches aus einem oder mehreren in schneller Umdrehung befindlichen Schaufelrädern besteht und den Zweck hat, gas- oder dampfförmige Substanzen von einem niedrigeren auf einen höheren Druck zu bringen. Die konstruktiven und sonstigen näheren Einzelheiten können hier nicht besprochen werden, es muß diesbezüglich auf die Spezialliteratur verwiesen werden.

Der Kraftverbrauch eines Turbokompressors ist:

$$N = \frac{427 D \Delta i}{3600 \cdot 75 \eta},$$

wenn  $N$  = Kraftbedarf in PS,  $D$  = stündlich umzuwälzendes Brüden-gewicht in Kilogramm,  $\Delta i$  = adiabatisches Wärmegefälle zwischen dem

Brühdendrucke vor und hinter dem Kompressor in WE und endlich  $\eta =$  Wirkungsgrad des Kompressors ist. Wenn die Temperaturerhöhung  $\Delta t < 20^\circ$  ist, so kann für

$$\Delta i = \frac{r}{T} \Delta t$$

gesetzt werden, wenn  $r$  die innere Verdampfungswärme in WE und  $T$  die absolute Temperatur in  $^\circ\text{C}$  ist. Es ist daher

$$N = k \frac{r}{T} \Delta t,$$

wenn

$$k = \frac{427 D}{3600 \cdot 75 \eta} = \text{konst.}$$

Wie aus der Mollierschen Tabelle (S. 227) ersichtlich ist, nimmt  $r/T$  mit zunehmender Temperatur ab. Der Kraftverbrauch eines Turbokompressors nimmt also bei steigender Temperatur ( $\Delta t = \text{konst}$ ) ständig ab. Daraus folgt, daß die Anwendung eines Turbokompressors besonders bei hohen Temperaturen wirtschaftlich ist. Bei steigendem Wärmegefälle  $\Delta t$  nimmt der Kraftbedarf linear zu. Je kleiner  $\Delta t$  ist, um so kleiner muß die Kompression sein. Da nun bei geringer Kompression also auch der Kraftbedarf geringer ist, wird die Brüdenkompressionsverdampfung bei kleiner Kompression wirtschaftlicher sein. Wenn aber  $\Delta t$  klein ist, so muß die Heizfläche größer gewählt werden, wodurch die Anlagekosten größer werden.

Der Antrieb des Turbokompressors kann mit Dampfturbine (Abdampfkondensationsturbine) oder mit Elektromotor erfolgen. Der elektrische Antrieb wird wohl nur dort in Frage kommen, wo der Preis der Elektrizität besonders billig ist. Der Kraftverbrauch des Kompressors kann in Dampf ausgedrückt werden; der Dampfverbrauch ändert sich je nach dem mit Kondensations- oder mit Abdampfturbine angetrieben wird. Die Abdampfturbine ist nur dann wirtschaftlich, wenn der Abdampf verwertet werden kann. In der Abb. 118 (nach Angaben der Metallbank) lassen sich die Verbrauchszahlen vergleichen. Bei hohen Kochtemperaturen kann die Kondensationsturbine wirtschaftlicher werden als die Abdampfturbine. Der Dampfverbrauch einer Kondensationsturbine fällt mit zunehmender Kochtemperatur ab, während der Verbrauch einer Abdampfturbine zunimmt. Bei kleinem  $\Delta t$  erreicht die Kondensationsturbine schon bei niedrigerer Kochtemperatur die Wirtschaftlichkeit der Abdampfturbine. (Für  $\Delta t = 20^\circ$  bei ca.  $97^\circ$ , für  $\Delta t = 15^\circ$  bei ca.  $88^\circ$ , für  $\Delta t = 10^\circ$  bei ca.  $75^\circ$ , für  $\Delta t = 5^\circ$  bei ca.  $65^\circ$ .) Für die Malzextraktverdampfung kommt also nur die Abdampfturbine mit Abdampfverwertung in Frage.

Der Dampfstrahlkompressor ist ein Dampfstrahlgebläse (S. 259) mit Injektorwirkung. Der gespannte Dampf strömt durch eine Düse, ent-

faltet eine Saugwirkung, entspannt sich adiabatisch und komprimiert dabei die abgesaugten Brüden ebenfalls adiabatisch. Der Frischdampfverbrauch des Strahlgebläses läßt sich aus folgender Formel berechnen:

$$G = 69,8 f \sqrt{\frac{p}{v}} \text{ für Sattedampf}$$

und

$$G = 73,3 f \sqrt{\frac{p}{v}} \text{ für Heißdampf.}$$

$G$  = stündlicher Frischdampfverbrauch des Strahlapparates in kg,  
 $f$  = Querschnitt der Düse an der engsten Stelle in  $m^2$ ,  
 $p$  = Dampfdruck in Atm. abs. vor dem Strahlapparat,  
 $v$  = Dampfvolumen zu  $p$  in  $m^3$ .

Die praktischen Dampfzahlen sind in Abb. 118 im Vergleich zum Turbo-

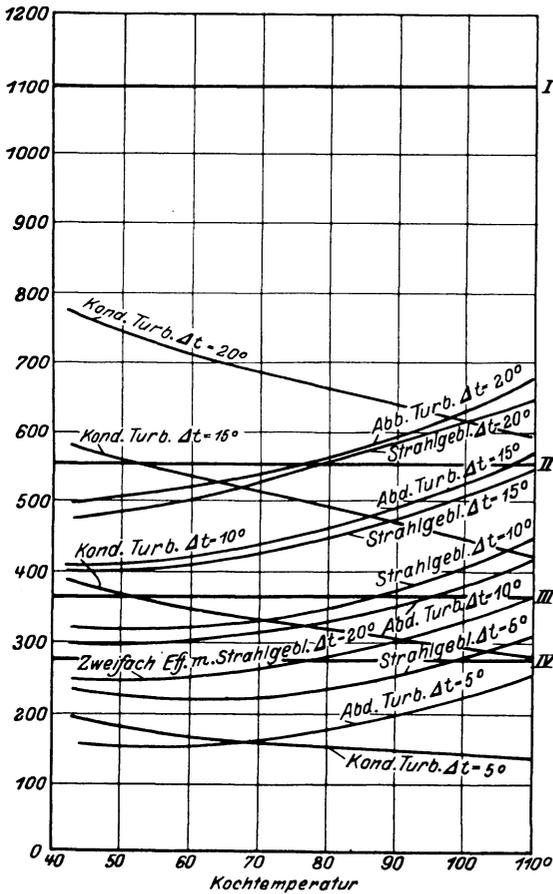


Abb. 118.

Dampfverbrauchszahlen für Brüdenkompressionsverdampfung.

kompressor und zum 1—4fach-Effekt eingezeichnet. Mit sinkender Kochtemperatur sinkt der Dampfverbrauch, d. h. für die Malzextraktverdampfung ist der Strahlapparat wirtschaftlicher als der Turbokompressor. Ist  $\Delta t > \text{ca. } 12^{\circ}$ , so verbraucht der Strahlapparat weniger Dampf als der Abdampfturbokompressor mit Abdampfverwertung, ist aber  $\Delta t < \text{ca. } 12^{\circ}$ , so verbraucht der Strahlapparat etwas mehr Dampf. Wenn auch bei kleinem  $\Delta t$  und niedrigeren Temperaturen der Strahlapparat etwas ungünstiger ist, so hat dieser doch den Vorteil, daß die Anlagekosten stark ver-



ist nicht möglich. Das Fertigverdampfen der Malzextrakte ist mit einem Turbokompressor nicht möglich.

Auf dem absteigendem Ast *KAE* ist der Verdampfer in beständigem Gleichgewicht. Würde die Verdampfleistung aus irgendwelchem Grunde ansteigen, so verschiebt sich der Betriebspunkt z. B. nach *B*, wodurch der Druck geringer wird. Die Liefermenge verkleinert sich von allein, und der Betriebspunkt kehrt wieder zu *A* zurück. Der Verdampfer befindet sich also in einem stabilen Gleichgewicht. Während die Drehzahl-schwankungen im labilen Teil zum Abschnappen führen, bleibt der Kompressor im stabilen Gebiet in einem festen Beharrungszustand.

Die Verminderung der Liefermenge kann durch Drosselung an der Saugseite etwas kompensiert werden. Durch Drosselung ändert sich die Kennlinie, und zwar bleibt der Punkt *D* unverändert, doch die ganze Linie verschiebt sich sonst nach unten, wodurch das Maximum nach links verschoben wird. Die kritische Förderleistung, bei welcher das Abschnappen oder Pumpen eintritt, wird geringer. Die Drosselung vermindert aber den Wirkungsgrad und somit die Wirtschaftlichkeit ganz bedeutend.

Durch die adiabatische Kompression der Brüden wird ein Wärmegefälle erzeugt, dieses Wärmegefälle wird teilweise oder ganz von der Siedepunktserhöhung des Extraktes unwirksam gemacht. Die Dünnwürzen haben nur eine ganz unbedeutende SP-Erhöhung von 0—3° unter 70 mm Druck. Mit steigender Konzentration steigt der SP ganz bedeutend und beträgt bei der Endkonzentration ungefähr 9—10° C. Das tote Wärmegefälle steigt also gegen Ende sehr stark an, wodurch die Verdampfleistung vermindert wird. Dies fördert seinerseits auch das Übertreten des Kompressors in das unstete Gebiet.

Zum Endverdampfen (Garkochen) der Malzextrakte muß bei Anwendung eines Turbokompressors Frischdampf in den Heizkörper gelassen werden, wodurch die Wirtschaftlichkeit stark vermindert wird. Da aber in dieser Periode nur mehr wenig Wasser verdampft werden muß, kommt diese Unwirtschaftlichkeit in Hinblick auf die ganze Verdampfung nicht stark in Betracht.

Der Dampfstrahlkompressor ist bei weitem nicht so empfindlich. Sein Wirkungsgrad ändert sich mit der Fördermenge nur ganz wenig, während der Wirkungsgrad des Turbokompressors sich mit zunehmender Fördermenge verbessert. Bei kleinen Leistungen ist also der Strahlapparat vorteilhafter. Ein Abschnappen oder Pumpen ist beim Strahlapparat unbekannt. Sinkt am Ende der Verdampfung die Leistung, so steigt die Temperatur nach dem Strahlapparat automatisch etwas an, so daß das tote Gefälle besser überwunden wird. Der Brüdenkompressionsverdampfer mit Dampfstrahlkompressor ist also für die Malzextraktverdampfung besser geeignet.

Für den Dampfstrahlkompressorbetrieb verwendet man am zweckmäßigsten Frischdampf, wobei man den besten Wirkungsgrad bei  $p > 8$  Atm. abs. erreicht. Am zweckmäßigsten verwendet man einen Dampf von 11 Atm. abs. Bei ganz niedrigen Verdampfertemperaturen wird seitens der Metallbank auch die Anwendung eines Abdampf-Dampfstrahlkompressors empfohlen, wobei auch noch Vorteile erreicht werden können. Überhitzter Dampf bringt bei einem Dampfstrahlkompressor gar keine Vorteile, eher Nachteile, da der überhitzte Dampf auf den Wärmedurchgang der Heizfläche, die Inkrustationsverhütung und die Güte des Produktes schädlich wirkt. Aber nicht nur bei Anwendung von überhitztem Dampf sind die komprimierten Brüden überhitzt, auch bei Satttdampf sind die komprimierten Brüden etwas überhitzt. Die von einem Turbokompressor komprimierten Brüden sind ebenfalls etwas überhitzt. Die Überhitzung kann man durch Wassereinspritzung beseitigen. Die Wassermenge muß so geregelt werden, daß die Brüden höchstens bis auf die Sättigungstemperatur gekühlt werden. Normal beträgt die Wassermenge 3%. Durch das Wasser wird der Druck erhöht, und zwar um ca. 6%. Beim Dampfstrahlkompressor wird das Wasser einfach nach dem Strahlapparat eingespritzt. Gegen Ende der Verdampfung, nach dem kritischen Punkt, wird die Überhitzung größer, da die Verdampfleistung geringer wird. Es muß daher die Wassereinspritzung vergrößert werden, wodurch der Druck und somit die Temperatur der komprimierten Brüden auch größer wird. Das Wärmegefälle steigt an, und das größere tote Gefälle wird kompensiert. Dies ermöglicht auch das Garkochen der Malzextrakte ohne Zuführung von Frischdampf. Beim Turbokompressor spritzt man das Wasser in die Rückführkanäle zwischen den Stufen.

Die komprimierten Brüden werden in den Heizkörper des Verdampfers gedrückt. Hier kondensieren sich die Brüden und geben ihre Wärme an die Heizfläche ab. Wird mit Turbokompressor gearbeitet, so gelangen bloß die Brüden, wird aber mit Dampfstrahlkompressor gearbeitet, so gelangt ein Gemisch der Brüden und des Abdampfes in den Heizraum. Da theoretisch die komprimierten Brüden zur Verdampfung völlig genügen müssen, wollen wir uns zuerst mit der Turbokompression befassen.

Die komprimierten Brüden besitzen bei der Malzextraktverdampfung einen Unterdruck (die Verdampfung erfolgt bei ungefähr  $45^{\circ}\text{C}$ ,  $\Delta t = 15^{\circ}$  und  $p = 0,2$  Atm. abs.). Der Heizkörper muß also unter Vakuum stehen, d. h. hinter den Heizraum muß eine Luftpumpe geschaltet werden. Die Brüden sind stark mit Luft gemischt. Dieser Umstand sowie die relativ geringe Kompression verursachen es, daß die komprimierten Brüden im Heizraum sich nicht vollkommen kondensieren, wodurch das richtige Funktionieren des Verdampfers trotz Kompression gehindert wird. Die

störende Wirkung der Luft an der Heizfläche wurde bereits auf S. 228 besprochen (Abb. 84). Diese wird durch das beständige Absaugen der Luft beseitigt. Der Druck der komprimierten Brüden ergibt sich aus dem partiellen Druck des Dampfes  $d$  und der Luft  $l$ :

$$p = l + d .$$

Im Verlauf der Kondensation wird  $d$  immer kleiner und  $l$  immer größer, die Summe beider bleibt aber stets konstant  $p$ . Die Temperatur dieses Luft-Dampf-Gemisches wird vom partiellen Dampfdruck bestimmt; ist dieser so weit gesunken, daß das Wärmegefälle verschwindet, so hört die Heizwirkung auf. Die unkondensierte Dampfmenge kann für Heizzwecke nicht mehr verwertet werden. Um nun den Verdampfer in Betrieb zu halten, muß den Brüden Frischdampf zugesetzt werden, was die Wirtschaftlichkeit der Brüdenverdampfung stark vermindert. Die Patente der Metallbank, Frankfurt a. M., und der A. G. Kummler & Matter, Aarau, haben eine geeignete Lösung für diesen Nachteil gefunden. Die Metallbank läßt im Verdampfersystem mehr Brüden zirkulieren als zur Verdampfung erforderlich sind, und zwar wird dies dadurch erreicht, daß der Heizraum mit dem Verdampfraum verbunden wird. Ein Teil der unkondensierten Brüden gelangt also in den Verdampfer zurück und wird vom Kompressor nochmals verdichtet. Die A. G. Kummler & Matter erreicht diesen Effekt in ähnlicher Weise, indem ein Teil der Brüden vom Heizkörper in die zu verdampfende Würze geleitet wird. Erst diese Rückschaltung macht den störungsfreien und wirtschaftlichen Betrieb mit der Wärmepumpe möglich.

Obwohl die angeführte Schaltung die Funktion des Verdampfers sichert, wird sie heute in der Praxis selten angewendet, vielmehr wird der Betrieb durch Einleitung des Turbinendampfes in den Heizkörper gesichert. Dadurch entsteht aber ein Überschuß an Dampf, welcher getrennt abgesaugt und in einem Kondensator niedergeschlagen wird. Die Antriebsturbine kann in diesem Falle als Kondensationsturbine ausgebildet werden, wobei ihr Kondensator der Heizkörper ist.

Beim Dampfstrahlbetrieb gelangt gleich ein Brüdenabdampfgemisch in den Heizkörper, wodurch die Rückschaltung überflüssig wird. Die Schaltung eines Brüdenkompressionsverdampfers mit Dampfstrahlgebläse ist auf Abb. 120 dargestellt. Der Frischdampf gelangt durch Leitung  $a$  in den Dampfstrahlkompressor  $c$ , welcher einen Teil der Brüden aus dem Verdampfraum  $c-d$  absaugt und komprimiert in den Heizkörper  $f$  drückt. Die Überhitzung der Brüden wird durch Wassereinspritzung bei  $b$  beseitigt. Das Kondenswasser wird durch den Kondenswasserableiter  $l$  abgeführt. Die unkondensierten Brüden gelangen durch Leitung  $m$  in den Kondensator  $i$ . Hierher gelangen auch die vom Kompressor nicht abgesaugten Brüden. Das Vakuum wird durch die



Der Heizkörper in Abb. 120 ist ein eingehängter Röhrenheizkörper. Eine gleiche Ausführung haben die beiden Brüdenkompressionsverdampfer der Metallbank in der Abb. 121, welche für Milchverdampfung in Lodi (Italien) errichtet worden sind. Die Kompression erfolgt mittels Turbokompressor. Etwas anders, aber im Prinzip ähnlich sind die Verdampfer der Société Générale d'Évaporation Procédés Prache & Bouillon, Paris, ausgeführt. Abb. 92 ist ein Verdampfkörper für Malzwürzen. Der Röhrenheizkörper ist schrägliegend und ist eigentlich ein Schnellumlaufheizkörper. Die Verdampfung erfolgt in einem relativ kleinen Raum (rechts oben), die unverdampfte Würze gelangt durch das weite Zirkulationsrohr zum Heizkörper zurück. Abb. 122 zeigt äußerlich

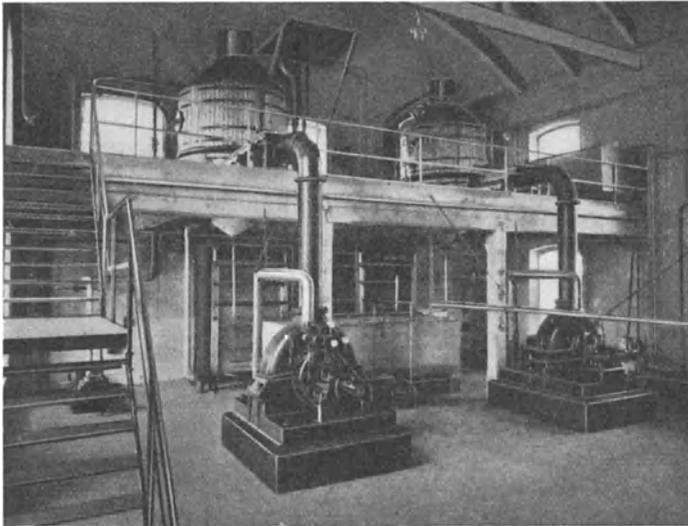


Abb. 121. Brüdenkompressions-Verdampfanlage mit eingebautem Röhrenheizkörper in Lodi. (Metallbank und Metallurgische Gesellschaft A.-G., Frankfurt a. M.)

eine Malzwürzeverdampfstation System Prache & Bouillon. Diese Anlagen verdampfen mit 1 kg Frischdampf 2 kg Wasser. Die Kompression wird mittels eines Dampfstrahlkompressors durchgeführt. Es werden auch Verdampfer mit vertikalem, außenliegendem Röhrenheizkörper gebaut.

Die Firma Friedrich Heckmann, Berlin, baut neuerdings auch Verdampfer mit „Stoßkraftwärmekompression“, wodurch eine „beachtenswerte Dampfersparnis“ erreicht werden kann, und zwar wurde bei einer Dreifacheffektstation der Dampfverbrauch von 750 auf 450 kg vermindert. Über die Anwendbarkeit für Malzextrakte ist dem Verfasser nichts Näheres bekannt.

Nicht nur der Dampfverbrauch, auch der Kühlwasserverbrauch ist bei der Anwendung einer Wärmepumpe geringer. Die Kühlwassersparnisse sind ganz bedeutend. Dies ist besonders dann schwerwiegend, wenn nicht genügend Wasser zur Verfügung steht. Nicht gering zu bewerten ist auch die Ersparnis an Förderkraft für Wasser. Theoretisch würde für die Brüdenkompressionsverdampfung gar kein Kühlwasser erforderlich sein. Da aber ein Teil der Brüden, wie bereits besprochen wurde, in einem Kondensator niedergeschlagen werden muß, ist doch Kühlwasser erforderlich. Verbraucht eine Malzextraktverdampfanlage für 1000 kg

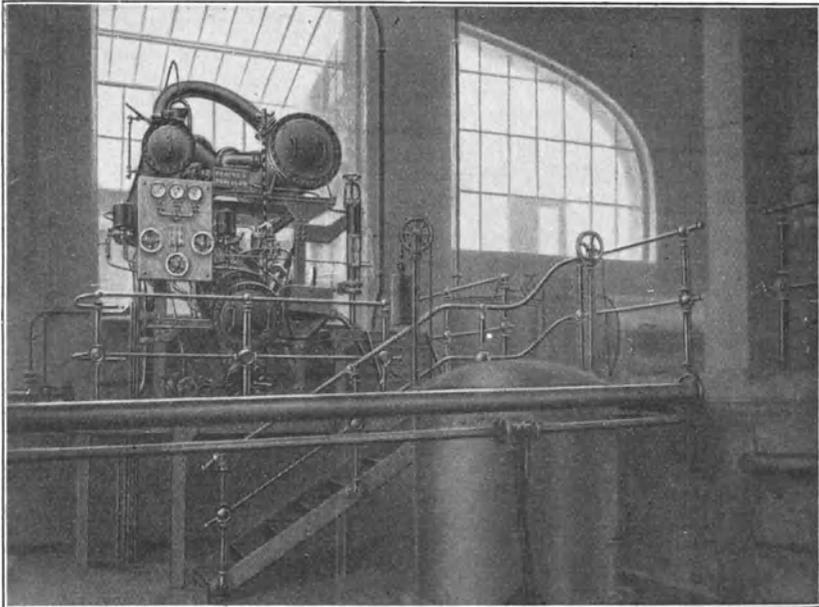


Abb. 122. Verdampfanlage für Malzwürzen.  
(Soc. Gén. d'Evaporation Procédés Frache & Bouillon, Paris.)

Wasser 400 kg Frischdampf, so ist die Dampfersparnis 60%. Dem 40%igen Frischdampfzusatz entsprechend, müssen ungefähr 400 kg Brüden kondensiert werden. Deshalb ist auch nur 40% des normalen Kühlwasserbedarfs erforderlich (also eine 60%ige Ersparnis). Diese Berechnung bezieht sich auf den Fall, daß der Abdampf des Kompressors in die Heizkammer geleitet wird. Wird mit reiner Brüdenkompression und Rückschaltung gearbeitet, so ist nur eine ganz kleine Kondensationsanlage erforderlich.

Alles zusammengefaßt, kann die Brüdenkompressionsverdampfung sehr große Vorteile aufweisen. Als zweckmäßigste hat sich die Kompression mittels Dampfstrahlkompressor bewährt, da die Anlagekosten

bedeutend geringer sind. Die DK-Verluste sind ganz gering (5—10%), da das Wärmegefälle sehr klein ist. Es erfolgt weder eine Inkrustation noch eine Koagulation der Eiweißsubstanzen. Die Dampf- und Kühlwassersparnis beträgt im Einfacheffekt 60%, im Doppeleffekt 75%. Bei reiner Brüdenkompression (bei elektrischem Antrieb mit billigem Strom) ist fast kein Kühlwasser erforderlich.

#### f) Das Material der Verdampfer.

Als Baumaterial für Verdampfer kann Eisen, Kupfer und Aluminium in Frage kommen. Das Eisen eignet sich am wenigsten. Es wird, wenn auch nur wenig, von den geringen Säuremengen angegriffen. Das Eisen rostet leicht, weshalb die Extrakte leicht verunreinigt werden. Die Lebensdauer einer Eisenapparatur ist relativ gering. Besser eignet sich die innen verzinnte Eisenapparatur, doch wird man zur Reparatur der Verzinnung den Apparat ganz abmontieren müssen. Das Aluminium ist widerstandsfähiger, doch sind noch nicht genügende Erfahrungen vorhanden. Das Kupfer ist wohl am geeignetsten, die Widerstandsfähigkeit ist ganz tadellos. Wichtig ist noch, daß die Wärmeleitfähigkeit des Kupfers bedeutend besser ist als die des Eisens und des Aluminiums (S. 230). Es ist noch zu erwägen, daß die Preise einer verzinnten Eisen-, Aluminium- und Kupferapparatur sich ca. wie 1 : 1,50 : 1,75 verhalten. Eine alte Eisenanlage ist vollkommen wertlos, dagegen behält eine Aluminium- bzw. Kupferanlage ihren Metallwert.

## B. Die Rückkühlung.

Zur Kondensation wird viel Wasser benötigt, welches nur selten als Frischwasser zur Verfügung steht. Man ist vielmehr in der weitaus größten Zahl der Fälle gezwungen, das Fallwasser künstlich zu regenerieren, d. h. abzukühlen. Wenn die Fallwassertemperatur  $t'$  beträgt und die Kühlwassertemperatur  $t_0$  ist, so muß das Fallwasser von  $t'$  auf  $t_0$  abgekühlt werden; die Temperaturverminderung muß also  $t' - t_0$  betragen. Diese Differenz  $t' - t_0$  wird Kühlgrenze genannt. Die Temperaturdifferenz  $t' - t_0$  des Kondensators muß also mit der Kühlgrenze der Kühlanlage übereinstimmen, wenn man sich überhaupt ein Zusammenarbeiten vorstellen können soll. Um den Zusammenhang zwischen Rückkühlanlage und Kondensator besser zu verstehen, müssen zuerst die Eigenschaften der Wasserrückkühlanlagen besprochen werden.

Die Rückkühlung des Fallwassers wird am zweckmäßigsten auf Gradierwerken oder Kaminkühlern besorgt. Kühlteiche, Streudüsen oder sonstige Vorrichtungen kommen nicht in Betracht, da ihre Wirkung entweder zu langsam oder nicht genügend wirtschaftlich ist. Auf den Gradierwerken oder Kaminkühlern gelangt das warme Wasser mit

kälterer Luft in Berührung, wodurch ein Teil des Wassers verdunstet und dadurch die der Verdunstung entsprechende Wärmemenge dem Fallwasser entzogen wird, das sich infolgedessen abkühlt. Die vorüberstreichende Luft erwärmt sich auch an der Wasseroberfläche, dehnt sich aus, wozu dem Wasser wieder Wärme entzogen wird. Wärmeverluste infolge von Strahlung sind gering und vernachlässigbar.

Die Aufgabe der Rückkühler ist demnach, das Fallwasser auf möglichst großer Oberfläche mit der Luft in Berührung zu bringen. Zu diesem Zwecke besitzen sowohl die Gradierwerke als die Kaminkühler Verteilvorrichtungen. Das Gradierwerk kühlt das verteilte Wasser mit Hilfe der natürlichen Luftströmungen, während in den Kaminkühlern vom warmen Wasser ein künstlicher vertikaler Luftstrom erzeugt wird. Das Gradierwerk besteht aus einer großen Anzahl von nebeneinander und untereinander angeordneten Latten (Abb. 123). Das Übereinander der Latten wird so gestaltet, daß in jeder unteren Lattenreihe eine Latte

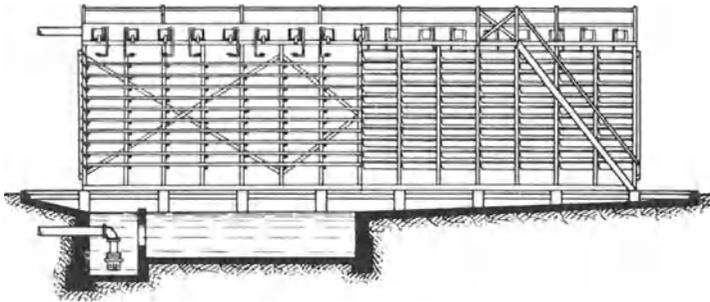


Abb. 123. Gradierwerk.

unter dem Zwischenraum je zweier Latten der darüber befindlichen Reihe fällt. Die Aufgabe dieser Latten ist die, das von oben herunterrieselnde Wasser möglichst fein zu verteilen. Das Warmwasser gelangt durch eine Leitung auf den oberen Teil des Gradierwerkes, wo Holztröge zum Verteilen des Wassers auf den ganzen Querschnitt des Gradierwerkes vorhanden sind. Diese Tröge besitzen am Boden Löcher, durch welche das Wasser in dünnem Strahl hinabfließt. Diese Wasserstrahlen prallen beim Hinabfließen entweder an Holzlatten oder an Spritzteller aus Porzellan, wodurch das Wasser in allen Richtungen in Form feiner Tropfen zerspritzt. Das so verteilte Wasser fällt auf die erwähnten Lattenreihen, über welche das Wasser immer weiter und weiter hinabrieselt und dabei stets vom neuen verteilt wird, bis es sich endlich, unten angekommen und abgekühlt, in einem Bassin sammelt. Das abgekühlte Wasser wird dann von hier aus wieder in den Kondensator gepumpt, so daß das Wasser sich in einem ständigem Kreislauf befindet. Das ständige Verdunsten verursacht Wasserverluste, so daß von Zeit zu Zeit Frischwasser zugesetzt

werden muß. Das Gradierwerk ist an allen Seiten offen, die Luft durchströmt die Anlage vollkommen frei. Starke Luftströme verursachen auch Wasserverluste, da das fein verteilte Wasser leicht mitgeführt wird. Ebendeshalb müssen die Gradierwerke möglichst frei aufgestellt werden, da die ständig fortgewehten Schwaden die Gebäude schwer beschädigen können. Die normale Höhe der Gradierwerke ist 6 m.

Die Kaminkühler oder Kühltürme sind im Gegenteil zu den Gradierwerken an allen Seiten geschlossen, bloß unten und oben sind Öffnungen vorhanden. Die abschließenden Wände sind oben nach aufwärts verlängert, so daß der Rückkühler ein kaminartiges Äußere gewinnt. Im Inneren des Kühlers befindet sich die Kühlvorrichtung, welche dem

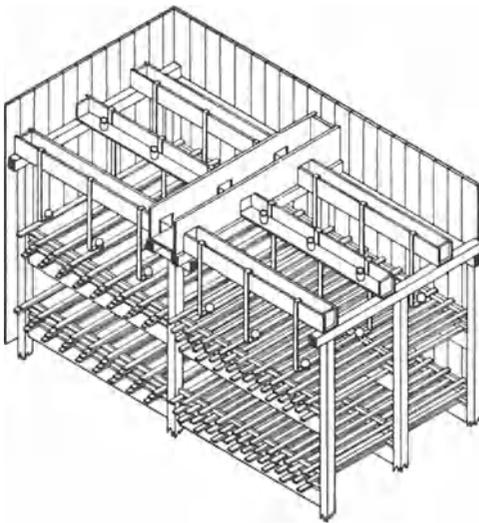


Abb. 124. Die Wasserverteilung eines Kaminkühlers.

Gradierwerk ähnlich ist. Das Wasser tritt in ca. 6 m Höhe in den Kühler ein. Das Wasser fließt zuerst einem Haupttröge zu und fließt dann aus diesem in seitliche Nebentröge, in deren Böden eiserne Rohre eingesetzt sind. Das Wasser fließt in Strahlen auf Spritz-teller herab und zerschellt dort in Tropfen, diese fallen dann auf die ebenfalls treppenförmig angeordneten Riesellatten herab, um sich dann im unteren Bassin wieder zu sammeln (Abb. 124).

Die Wände des Kühlers sind bis zu einer Höhe von 15 m verlängert. Diese kaminartige Verlängerung erzeugt den Luftstrom zum Rückkühlen des Wassers. Das Warmwasser erwärmt beim Eintreten und Herunterrieseln die im Kamin befindliche Luftsäule, wodurch diese aufwärts strömt. Von unten strömt stets frische Luft nach, welche das Wasser entsprechend abkühlt.

Die Kühlwirkung ( $t' - t_0$ ) ist eine Funktion des Luftstromes, der Luftfeuchtigkeit, der Lufttemperatur und der Warmwassertemperatur, wenn wir annehmen, daß die Wasserverteilung eine tadellose ist. Die Größe des erforderlichen Luftstromes läßt sich teilweise empirisch, teilweise rechnerisch ermitteln. Mit dieser konstruktiven Frage wollen wir uns hier nicht weiter beschäftigen. Wichtig ist der Einfluß der Lufttemperatur.

Bei einem offenen Gradierwerk ist die durchstreichende Luftmenge, von der Wassertemperatur unabhängig. Die Warmwassertemperatur ( $t'$ )

ist durch den Kondensator festgelegt und bleibt, von kleineren Schwankungen abgesehen, konstant. Veränderlich ist dagegen die Lufttemperatur ( $t_l$ ) und die Luftfeuchtigkeit. Bei einer gegebenen Kondensationsanlage und gegebenem Gradierwerke schwankt die Kühlgrenze bloß infolge der schwankenden Luftfeuchtigkeit und Lufttemperatur. Der Wärmeverlust des Wassers besteht aus 2 Teilen: 1. Erwärmung der Luft von  $t_l$  auf  $t' (q_l)$ , 2. Verdunstung des Wassers bei  $t' (q_d)$ . Der Gesamtwärmeentzug, auf 1 kg trockene Luft bezogen, beträgt also

$$q = q_d + q_l,$$

$q_l$  ist eine Funktion der Lufttemperatur:

$$q_l = C_p (t' - t_l) = 0,24 (t' - t_l),$$

$q_d$  ist dagegen von der Lufttemperatur unabhängig, ändert sich aber mit der Luftfeuchtigkeit.

Den Einfluß von  $t_l$  auf die Kühlgrenze kann man einfach berechnen. Die vom Wasser abgegebene Wärme ist gleich der von der Luft abgeführten Wärme:

$$W (t' - t_0) = L (q_d + C_p (t' - t_l)),$$

wenn  $W$  die Wassermenge und  $L$  die Luftmenge ist. Ändert sich  $t_l$  auf  $t'_l$ , so wird von  $t_0$   $t'_0$ :

$$W (t' - t'_0) = L (q_d + C_p (t' - t'_l)).$$

Durch Division beider Gleichungen wird  $L$  und  $W$  eliminiert und sodann berechnet man  $t'_0$ .

$$t'_0 = t' - (t' - t_0) \frac{q_d + C_p (t' - t'_l)}{q_d + C_p (t' - t_l)}.$$

Da  $L$  und  $W$  in der Gleichung nicht vorhanden sind, kann  $t'$ ,  $t_0$  und  $t_l$  frei gewählt werden,  $q_d$  kann aus  $t'$  berechnet werden.  $C_p$  ist konstant 0,24.

Das Dampfvolumen, welches an der Wasseroberfläche besteht, läßt sich aus dem Luftvolumen erhalten. Ist der Luftdruck  $l$  und das Volumen  $v$ , so ist

$$lv = RT$$

und

$$v = \frac{RT}{l}.$$

Das Dampfvolumen ist gleich mit  $v$ , und da

$$l = 1 - d_v,$$

haben wir

$$v = \frac{RT}{1 - d_v},$$

da der Druck der trockenen Luft 1 Atm. und  $d_v$  der partielle Dampfdruck ist. Wenn  $1 \text{ m}^3$  Dampf das Gewicht  $\gamma$  hat, so ist die Gesamtdampfmenge

$$\gamma v = \gamma \frac{RT}{l} = \gamma \frac{RT}{1 - d_v}.$$

Der entsprechende Wärmewert ist

$$\begin{aligned} q_a &= \gamma v r = \gamma r \frac{RT}{1 - d_v} = (607 - 0,7 t') \gamma \frac{RT}{1 - d_v} \\ &= (607 - 0,7 t') \gamma \frac{29,3 (273 + t')}{10333 (1 - d_v)}. \end{aligned}$$

Der Einfluß von  $t_l$  auf  $t' - t_0$  läßt sich nun für jeden konkreten Fall berechnen. Für die Malzextraktverdampfung mit Gegenstromkondensation ist  $t' = 45^\circ$  und nehmen wir für  $t_l = 15^\circ$  und  $t_0 = 30^\circ \text{ C}$  an, so berechnet sich  $q_a$  mit Hilfe der Dampftabelle zu 37 cal. Also finden wir sodann die Gleichung

$$t'_0 = 45 - 15 \frac{37 + 0,24 (45 - t'_l)}{37 + 0,24 (45 - 15)} = 28,4 + 0,08 t'_l.$$

An Stelle von  $t'_0$  und  $t'_l$  kann man einfach  $t_0$  und  $t_l$  schreiben.  $t_0$  ist also eine lineare Funktion von  $t_l$ . Die Erhöhung von  $t_0$  infolge steigender Lufttemperatur ist nur sehr gering. Das Ergebnis ist in Abb. 125 graphisch dargestellt. Weitgehender ändert sich  $t_0$ , wenn die Luft nicht trocken ist.

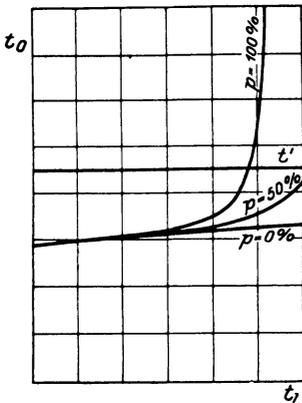


Abb. 125. Einfluß der Lufttemperatur und der Feuchtigkeit auf die Kühlgrenze eines Rückkühlers.

Enthält die Luft Feuchtigkeit, so wird dem Wasser weniger Wärme entzogen, und zwar, wenn der absolute Wassergehalt von 1 kg Luft  $a$  ist, werden um

$$ra = (607 - 0,7 t') a$$

Calorien weniger dem Wasser entzogen. Die Formel für  $t_0$  ändert sich wie folgt!

$$t'_0 = t' - (t' - t_0) \frac{q_a - ra + C_p (t' - t'_l)}{q_a - ra + C_p (t' - t_l)}.$$

Wenn wir z. B. wieder annehmen, daß  $t' = 45^\circ$ ,  $t_0 = 30^\circ$ ,  $t'_l = 15^\circ$  ist, so finden wir wieder für  $q_a = 37$ ,  $r = 576$ . Wenn ferner bei 100%iger Sättigung der Feuchtigkeitsgehalt der Luft  $A$  ist, so kann an Stelle von  $a$  die relative Feuchtigkeit  $p$  eingeführt werden. Sämtliche Zahlen beziehen sich auf 1 kg Luft:

$$a = \frac{A p}{100}$$

und

$$\begin{aligned} t_0 &= 45 - 15 \frac{37 - 5,76 A p + 0,24 (45 - t_l)}{37 - 5,76 A p + 0,24 (45 - 15)} \\ &= 45 - 15 \frac{47,8 - 5,76 A p - 0,24 t_l}{44,2 - 5,76 A p} \end{aligned}$$

$A$  kann aus der Tabelle immer abgelesen werden,  $p$  wollen wir als Parameter betrachten und die Werte von 0—100% durchlaufen lassen. Die so gewonnenen Werte für  $t_0$  und  $t$  sind in Abb. 125 graphisch dargestellt. Man sieht, daß  $t_0$  mit steigender Lufttemperatur stärker zunimmt als bei trockener Luft. Bei trockener Luft steigt  $t_0$  zwischen den Grenzen  $t_l = 0^\circ - 40^\circ \text{C}$  um  $4^\circ \text{C}$ , wenn  $p = 50\%$  um ca.  $5^\circ \text{C}$  und wenn  $p = 100\%$  um ca.  $7^\circ \text{C}$  an. Die ursprüngliche Kühlgrenze von  $15^\circ \text{C}$  sinkt bei  $40^\circ \text{C}$  auf  $10^\circ \text{C}$  (33% Verminderung). Derart hohe Lufttemperaturen kommen in unserem Klima nicht vor. Wenn auch die Verminderung der Kühlgrenze klein ist, bedeutet sie doch einen Mehrbedarf an Kühlwasser, da die Temperaturdifferenz  $t' - t_0$  des Kondensators mit der Kühlgrenze stets übereinstimmen muß.

Bei den Kaminkühlern sind die Verhältnisse dieselben, vorausgesetzt daß  $t'$  konstant bleibt, denn die Änderung der Warmwassertemperatur bringt Abänderung der durchstreichenden Luftmenge mit sich.

Da die Rückkühler im Sommer immer mit schlechterem Effekt arbeiten, wird man diese stets überdimensionieren müssen, und zwar der Luftfeuchtigkeit und der Lufttemperatur entsprechend.

### C. Die Hilfsapparatur der Verdampfer.

Hier sollen 2 Reguliervorrichtungen besprochen werden, welche bei Verdampfstationen sehr wertvolle Dienste leisten. Es ist der Dampfdruckregulator und der Flüssigkeitsstandregler.

Die Regulierung des Flüssigkeitsstandes im Verdampfer ist sehr wichtig. Steht der Saft zu hoch im Verdampfer, so werden zu viele Flüssigkeitströpfchen hinübergerissen und außerdem wird das Überschäumen erleichtert. Ein zu niedriger Saftstand hat wieder zur Folge, daß die Heizfläche teilweise frei liegt und so nicht ausgenutzt wird, außerdem brennt der zurückfließende Saft an der freien Oberfläche sehr leicht an. Auf einfachste Weise wird der Saftstand vom bedienenden Arbeiter durch Öffnen oder Schließen der Saftsaugleitung reguliert. Hat aber derselbe Arbeiter mehrere Apparate zu bedienen, so wird er die fortwährende Regulierung nicht genau erledigen können. Für solche Fälle dienen die selbsttätigen Regler, welche nach Erreichung des gewünschten Niveaus die Saugleitung abdrosseln bzw. absperren. Bei Malzextraktverdampfanlagen wird der Regler am zweckmäßigsten als Eintrittsregler ausgebildet.

Die Flüssigkeitsstandregler der Firma Schneider & Helmecke A.-G. (Abb. 126) bestehen aus einem gußeisernen geschlossenen zylindrischen Gehäuse mit oberem Deckel und seitlich unten oder in der Mitte befestigtem, entlastetem Doppelsitzventil. Dieses Regelventil wird mittels Hebelübertragung durch einen im Gehäuse befindlichen Zargenschwimmer betätigt. Der Schwimmer ist durch eine Mutter auf einer mit Gewinde versehenen Schwimmerstange befestigt und kann durch eine Handkurbel von außen höher oder tiefer gestellt werden, wodurch man die Höhenlage des zu haltenden Flüssigkeitsspiegels in gewissen Grenzen verändern kann. Der Schwimmer besitzt eine seitliche Führung, damit er

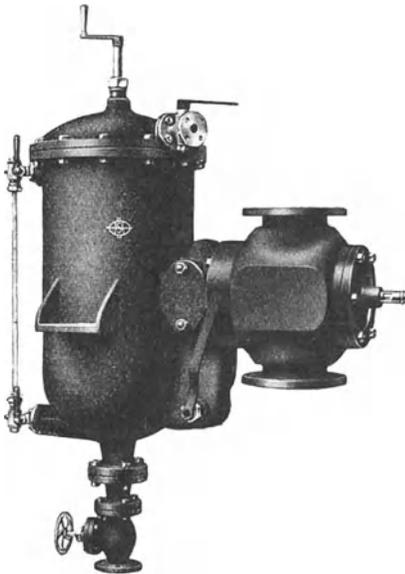


Abb. 126. Flüssigkeitsstandregler.  
(Schneider & Helmecke A.-G., Magdeburg.)

sich beim Hoch- oder Niederschrauben nicht drehen kann. An dem seitlich mit dem Gehäuse verschraubten Doppelsitzventil befindet sich der Drehpunkt des Winkelhebels, an dem die Schwimmerstange mittels Gelenkes angreift und welcher die Ventilspindel mit Kegel betätigt. Der Doppelkegel ist in zwei zylindrischen Führungen beweglich gelagert. Die eine mit Rotgußbüchse versehene Führung bildet der an das Reglergehäuse anzuschraubende Ventilflansch, wodurch der Ventilraum, durch den die Flüssigkeit zu dem zu regelnden Apparat strömt, von dem Gehäuseraum getrennt ist. Dadurch bleibt der Flüssigkeitsstand in ihm unbeeinflusst. Die andere Ventilkegelführung bildet ein eingesetztes Führungskreuz mit Rotgußbüchse

und gestattet nach Abschrauben des hinteren Ventildeckels ein Herausnehmen des Führungskreuzes und des Kegels. An dem hinteren Ventildeckel befindet sich ein Beobachtungsglas, in welchem ein an der Ventilspindel sitzender Stift die Stellung und Bewegung des Ventilkegels erkennen läßt. Außerdem ist der Regler mit einer Anlüftvorrichtung sowie mit einem Wasserstandsanzeiger zur Erkennung des Flüssigkeitsstandes in ihm versehen. Das Reglergehäuse besitzt unten einen Stutzen, welcher durch ein Verbindungsrohr unter Zwischenschaltung eines Absperrventils bzw. Hahnes mit dem unteren Teile des Saft-raumes des Verdampfapparates zu verbinden ist. Um einen Druckausgleich mit diesen zu erreichen, ist der an dem Gehäusedeckel befindliche Stutzen unter Zwischenschaltung eines Absperrhahnes mög-

lichst hoch mit dem Dampf- bzw. Brüdenraum des Verdampf- bzw. Kochapparates zu verbinden. Der Regler ist in seiner Höhenlage zu dem

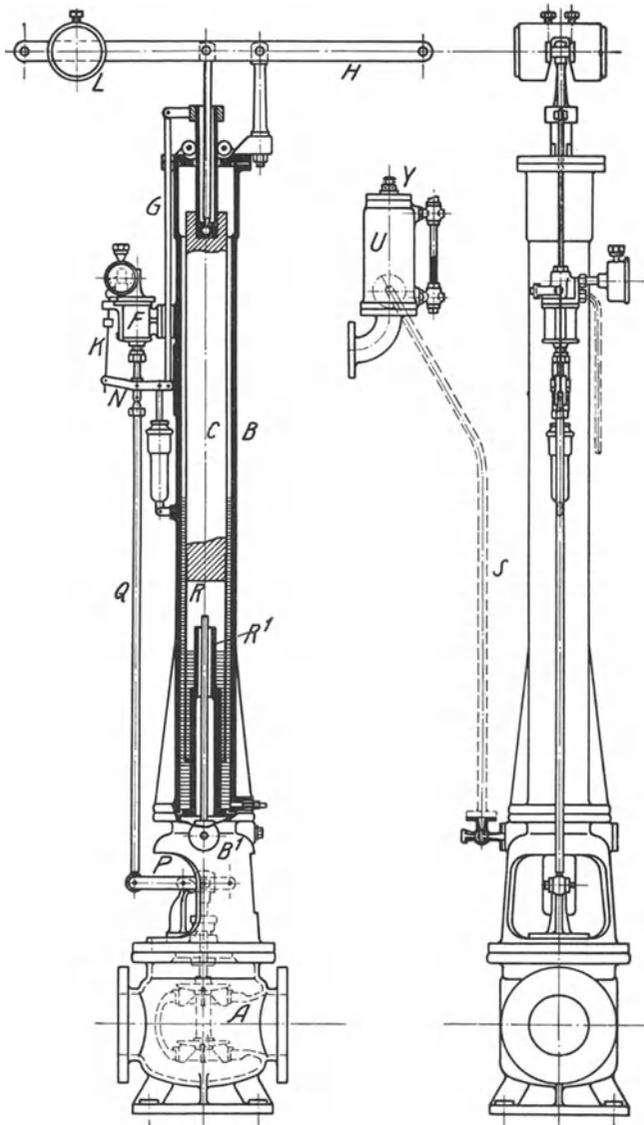


Abb. 127. Dampfdruckregler. (Schneider & Helmecke A.-G., Magdeburg.)

Kochgefäß so aufzustellen, daß die mittlere Höhe der gewünschten, nicht kochenden Flüssigkeit im Verdampfapparat in der mittleren Höhe des Reglers liegt.

Die Dampfdruckregler haben eine zweifache Aufgabe. Einerseits kann mit ihrer Hilfe der Brühdampfdruck im Verdampfraum, andererseits aber der Heizraumdruck konstant gehalten werden. Beide Möglichkeiten haben den Zweck, die Schwankungen des Heizdampfdruckes zu beseitigen. Die Dampfdruckregler sind geeignet, den Druck in ganz engen Grenzen (0,06—0,1 Atm.) konstant zu halten. Die Konstruktion solcher Regler stellt Abb. 127 dar. Es ist dies ein indirekter Regler der Schneider & Helmecke A.-G., bei welchem der Saftdampfdruck indirekt das Dampfventil *A* betätigt, indem er die Steuerung eines kleinen, als Servomotor arbeitenden Hilfszylinders *F* beeinflußt, in dessen Innerem ein Manschettenkolben durch Druckwasser eingestellt wird. Je nachdem das Druckwasser über oder unter den Kolben eintritt, öffnet oder drosselt er durch Hebelübertragung das Dampfventil *A*. Die Verstellung der Steuerung des Wasserdruckzylinders durch den Saftdampfdruck bewirkt in Verbindung mit den beiden Zugstangen *G* und *K* ein Doppelhebel *M*, welcher mit der Kolbenstange drehbar verbunden ist. Durch diesen Hebel wird der Schieber des Druckzylinders nicht nur durch Änderung der Höhenlage des Druckreglerstempels, sondern auch durch Verschieben des Kolbens im Hilfszylinder verstellt. Infolge dieser Anordnung geschieht die Regulierung des Dampfventils allmählich und völlig stoßfrei. Für die indirekt wirkenden Regler ist ein Wasserdruck von ca. 10 m Wassersäule reinen Wassers erforderlich. Der Bedarf an Druckwasser ist äußerst gering; er beträgt nur wenige Liter täglich.

Die Anwendung beider Regler erlaubt eine ruhige Arbeit, und die erforderliche Aufsicht wird auf ein Minimum reduziert.

## D. Die Dickextrakte.

Die Ausbeute an Dickextrakt ist recht verschieden. Sie hängt vom Malz, vom Maischverfahren und vom Verdampfapparat ab. Beim Entleeren der Verdampfer bleibt immer ein Teil der Dickextrakte an der Heizfläche haften. Dieser Teil läßt sich nur dadurch zurückgewinnen, daß man den Apparat auswäscht und die Waschwässer den neuen Würzen zusetzt. Man kann auch einfach eine neue Verdampfung beginnen, wodurch der Verlust vermindert wird, doch ist dies nur dann ratsam, wenn die Inkrustation gering ist. Bei niedriger Heiztemperatur kann man meistens 2 Chargen ohne Reinigung des Vakuums verdampfen. Theoretisch müßte man aus 100 kg Malz ungefähr 100 kg Dickextrakt mit 25% Wassergehalt erhalten. Bei gut eingedickten Extrakten ist der Wassergehalt regelmäßig niedriger (21—23%), außerdem sind noch beträchtliche Verluste vorhanden, so daß die praktische Ausbeute

nur ca. 92 bis 95<sup>0</sup>/<sub>0</sub> ist, vorausgesetzt, daß sämtliche Würzen verdampft werden.

Von hochdiastatischen Extrakten (Textilextrakten) ist die Ausbeute wesentlich geringer, und zwar 65—75<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, da ein Teil der Würzen nicht mitverdampft wird.

Die handelsüblichen Malzextrakte haben ein spez. Gewicht von ca. 1,4—1,42 (40—42<sup>0</sup> Bé), sie sind bei normaler Temperatur zähflüssig, werden durch Erwärmen dünnflüssig, und ihr Geschmack ist je nach dem Maltosegehalt angenehm süß. Die genaue chemische Zusammensetzung schwankt sehr stark. Es seien einige Analysen hier angeführt:

	Nährextrakte		Bäckextrakte		Textilextrakte	
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Wasser . . . .	23,15 %	20,66 %	21,20 %	21,3 %	22,4 %	21,8 %
Eiweiß . . . .	4,52 %	4,95 %	6,40 %	7,2 %	6,9 %	7,4 %
Dextrin . . . .	23,63 %	19,25 %	14 35 %	14 06 %	14,15 %	14,00 %
Maltose . . . .	48,05 %	52,31 %	55,71 %	55,20 %	55,0 %	55,60 %
Asche . . . .	1,48 %	2,40 %	1,60 %	1,52 %	1,71 %	1,37 %
Säuregrad (auf Milchsäure) .	0,90 %	0,93 %	0,91 %	0,96 %	0,99 %	1,02 %
DK . . . . .	220	200	4200	4500	7500	11500

Diese Zahlen geben die normale Zusammensetzung der Extrakte an. Man findet wohl oft stark abweichende Zusammensetzungen, die ihren Grund im Maischverfahren haben. Die Zusammensetzung der Nährextrakte hat keine besondere Bedeutung, hingegen wird von den Bäckextrakten ein hoher Stickstoff- (Eiweiß-) und hoher Maltosegehalt gefordert. Die Zusammensetzung der Textilextrakte hat wieder keine Bedeutung.

Die DK der handelsüblichen Extrakte soll folgende sein:

Nährextrakt:	belanglos
Bäckextrakte:	DK = 3500—5500
Textilextrakte:	normal DK = 7000—9000
	extra stark DK = 11—12000.

## V. Das Trocknen.

Die dickflüssigen Extrakte enthalten noch beiläufig 20—25<sup>0</sup>/<sub>0</sub> Wasser. Die Haltbarkeit solcher Extrakte ist wohl zumeist genügend, doch müssen sie in geschlossenen Gefäßen aufbewahrt werden. Bei langem Lagern verschimmelt trotzdem die Ware oft, oder sie beginnt zu gären. Entzieht man das Wasser völlig, so werden die Extrakte haltbarer, doch sind sie sehr hygroskopisch, besonders wenn sie viel Maltose enthalten. Sie müssen daher ebenfalls in verschlossenen Gefäßen aufbewahrt werden. Das Trocknen bringt aber einen noch ganz wesentlichen Vorteil, da die Extrakte handlicher werden. Es ist viel bequemer, die Trockenextrakte

für die verschiedenen Zwecke abzuwägen und evtl. weiterzuverarbeiten als die dickflüssigen Extrakte. Bei den dickflüssigen Extrakten entstehen auch bedeutend größere Verluste. Im Prinzip sollten die Trockenextrakte bevorzugt werden, trotzdem findet man Trockenextrakte sehr selten und dann auch nur für spezielle Zwecke. Der Grund dafür ist, daß das Trocknen kein billiger Vorgang ist, besonders wenn man hochdiastatische Trockenextrakte erzeugen will. Heute sind nur Trockenextrakte für Nährzwecke und pharmazeutische Zwecke handelsüblich. Technische Extrakte, also Back- und Textilextrakte, in Trockenform sind zur Zeit im Handel unbekannt, obwohl schon vielerlei Versuche angestellt wurden. Lange wollte es auch technisch nicht gelingen, hochdiastatische Trockenextrakte zu gewinnen. Erst die neuzeitlichen Zerstäubungstrocknungsverfahren haben diese Aufgabe gelöst, doch ist diese Trocknung noch zu teuer, um die Trockenextrakte gegenüber den Dickextrakten konkurrenzfähig zu machen.

Obwohl zur Zeit nur die Trocknung von Nährextrakten üblich ist, wollen wir uns auch mit der Trocknung hochdiastatischer Extrakte befassen, da die Zukunft ganz gewiß auch diese handelsfähig machen wird.

Die Trocknung der Malzextrakte muß ebenso wie die Verdampfung bei niedriger Temperatur erfolgen, und zwar wegen der sonst unvermeidlichen Karamellisierung und wegen der Diastaseverluste.

Die technische Ausführung der Trocknung kann in Kontakttrocknern oder in Lufttrocknern erfolgen. Die Kontakttrockner trocknen die Extrakte an einer geheizten Oberfläche, wobei die niedrige Temperatur durch Verminderung des Luftdruckes erzeugt wird. Da die Extrakte eine nicht zu vernachlässigende Siedepunkterhöhung haben, erhitzen sich die Extrakte an der Trockenfläche recht hoch, wenn auch die entweichenden Brüden eine niedrigere Temperatur aufweisen. Die Brüden besitzen stets die Temperatur des reinen Wasserdampfes, welche dem herrschenden Druck entspricht. Im allgemeinen bestehen hier ebensolche Verhältnisse wie bei der Verdampfung. Die Qualität der erhaltenen Extrakte hängt vom vorhandenen Vakuum (Kochtemperatur) und von der Heiztemperatur ab. Je höher die Heizdampftemperatur ist, um so leichter überhitzen sich die Extrakte an der Heizfläche, also um so stärker ist die Karamellisierung, und um so größer sind die Diastaseverluste. Als Prinzip kann also gelten, daß die Heizdampftemperatur möglichst niedrig gewählt werden soll. Mit welcher Temperatur man auskommt, wird von der Trockenvorrichtung entschieden. Die Vakuumtrocknung ist eine Fortsetzung der Vakuumverdampfung, da das Verdampfen bis zum Trockenzustand in den Verdampfern technisch nicht möglich ist. Man kann also die Würzen zuerst bis zu Dickextrakten verdampfen und dann in Vakuumtrocknern fertigtrocknen. Die Vakuumtrockentrommeln ermöglichen aber auch das direkte Trocknen ohne vor-

hergehendes Verdampfen. Diastatische Malzextrakte können im Kontakttrockner überhaupt nicht gewonnen werden. Wie hoch immer auch die DK einer Würze oder eines Dickextraktes ist, die DK des Trockenextraktes ist verschwindend klein. Der Grund liegt darin, daß erstens die Extrakte beim Trocknen stark überhitzt werden, und daß zweitens die Trocknung sehr lange dauert. Man weiß doch, daß die Diastase auch bei niedriger Temperatur im Verlauf längerer Zeit vernichtet wird. Die Kontakttrocknung kann also nur für Nähreextrakte verwendet werden.

Da die Nähreextrakte in Trockenform gewöhnlich nur in kleineren Mengen abgesetzt werden, benutzt man zur Trocknung wenig leistende

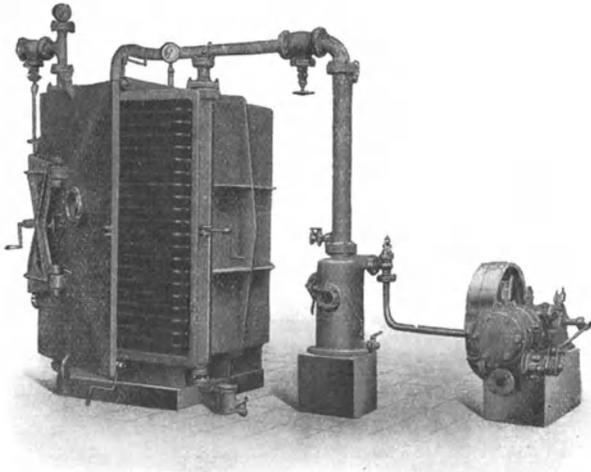


Abb. 128. Vakuumtrockenschrank. (E. Paßburg, Berlin NW.)

eiserne Trockenschränke, in welchen sich geheizte Platten befinden. Auf diese Platten kommen Schalen, in welchen sich der zu trocknende Extrakt befindet. Abb. 128 ist ein geöffneter Trockenschrank der Firma E. Paßburg, Berlin NW, die Heizplatten sind ganz deutlich zu sehen. Diese Trockenschränke sind an beiden Seiten mit Scharniertüren versehen, so daß die Trockenschalen von beiden Seiten auf die Heizplatten geschoben werden können. An den Türen sind Schaulenster angebracht, durch welche der Trockenvorgang beobachtet werden kann. Ebenfalls an jeder Türe befindet sich je ein Lufthahn. Das Vakuum wird mittels Naßluft- oder Trockenluftpumpe erzeugt. Auf der Abbildung ist eine Trockenluftpumpe mit vorgeschaltetem Oberflächenkondensator für diesen Zweck vorhanden. Die Heizung des Apparates kann mit heißem

Wasser, mit Frischdampf oder Abdampf erfolgen. Das heiße Wasser hat aber bedeutende Nachteile, so daß es tunlichst vermieden werden soll, wie dies weiter unten näher klargelegt wird. Die Dampfeinleitung erfolgt zumeist oben, während das Kondenswasser unten durch einen Kondensstopf abfließt. Der Kondensstopf muß ein Umfhrungsventil und einen Lufthahn besitzen, um die in den Heizplatten befindliche Luft verdrängen zu können. Da die Dampfeinleitung von oben erfolgt, heizen zuerst die oberen Platten an, während die unteren Platten weniger warm werden. Dieser Unterschied bleibt im Verlauf des Trocknens ständig vorhanden, so daß das Trocknen nicht gleichförmig wird. Es ist deshalb zweckmäßig, die Dampfeinleitung derart abzuändern, daß diese oben und in der Mitte erfolgt, wodurch das Trocknen bedeutend gleichförmiger wird. Die alte Dampfeinleitung weist besonders bei der Extrakt-trocknung Nachteile auf.

Das Trocknen selbst wird wie folgt durchgeführt:

Vor Benutzung des Schrankes wird er bei geschlossenen Türen, aber ohne Vakuum angeheizt, so daß der ganze Schrank warm wird. Bei Beginn der Heizung muß die Wasserumfhrung und der Lufthahn des Kondensstopfes geöffnet werden, um das im kalten Apparat sich stark ansammelnde Wasser und außerdem die Luft schnell abzuleiten. Dieser Lufthahn und die Wasserumfhrung soll nie ganz abgeschlossen oder wenigstens öfters geöffnet werden, um die sich ansammelnde Luft zu entfernen. Inzwischen beschickt man die Trockenschalen (Horden) mit Dickextrakt. In eine jede Schale kann nur verhältnismäßig wenig Extrakt gefllt werden. Die Praxis lehrt bald jedem, wieviel auf eine Schale entfallen kann. Die Malzextrakte steigen beim Trocknen in die Höhe, so daß eine äußerst leichte, poröse, schaumartige Trockenmasse entsteht. Ist zuviel in einer Schale, so steigt die Masse bis zur oberen Heizplatte, klebt dort an, so daß Verluste entstehen. Da die Nhrmalzextrakte getrocknet in einer sehr leichten Form handelsüblich sind, wird man die Extrakte notwendigerweise im Vakuum hochsteigen lassen. Dementsprechend wird man auch die Schalenfllung wählen müssen. Zur ungefähren Orientierung kann folgendes mitgeteilt werden. Ein Paburgscher Trockenschrank Nr. 16 hat eine ungefähre Heizfläche von 68 m<sup>2</sup>. Wenn man nun in Betracht zieht, daß ein solcher Trockenschrank auf einmal ungefähr 40 kg Dickextrakt aufnimmt, so sieht man, daß auf 1 m<sup>2</sup> Heizfläche ca. 0,59 kg Dickextrakt entfällt. Aus diesen Zahlen kann man sich für jeden Apparat die Beschickung berechnen. Die Extrakte streicht man mittels Spateln in einer ganz dünnen Schicht am Schalenboden aus. Je dünner die Schicht ist, um so schneller verläuft das Trocknen und um so schaumiger wird die Trockensubstanz. Die Schalen werden nun in den Trockenschrank geräumt, nachdem dies erfolgt ist, schließt man die Türen und drückt diese mittels der vorhandenen Hand-

kurbeln an den Trockner. Jetzt öffnet man das Ventil der Saugleitung und setzt die Luftpumpe in Betrieb. Ist das Vakuum bis auf 40 cm gestiegen, so löst man die Handkurbeln wieder, denn der Luftdruck preßt die Türen nun schon genügend an den Trockner, außerdem erfolgt diese Anpressung gleichförmiger, wodurch die Dichtungsringe weitgehend geschont werden. Beim Anlassen der Pumpe steigt das Extrakt gewöhnlich schnell in die Höhe, sollte dies zu schnell oder zu hoch erfolgen, so öffnet man einen Lufthahn, und der Schaum fällt zusammen. Im Anfang verdampft verhältnismäßig viel Wasser, doch nimmt dies ständig ab. Die Dampfleinleitung muß nicht ständig erfolgen. Man wird zweckmäßig periodisch stärker anheizen, wodurch man ein rapides Ansteigen des Schaumes erreicht; läßt man das Extrakt gleichmäßig langsam trocknen, so erhält man keine poröse Masse. Man muß aus praktischen Erfahrungen den geeigneten Zeitpunkt treffen, um die durch stärkere Dampfgabe hochgezogene Masse auch hochhalten zu können. Dies kann einzig auf praktischem Wege erlernt werden. Die Dampfleinleitung wird auch nach der Temperatur reguliert. Zur Kontrolle der Temperatur wird vor dem Schaufenster ein Thermometer aufgehängt. Da aber die Luft- oder Brudentemperatur niedriger ist als die Extrakttemperatur, muß das Thermometer in das Extrakt gesteckt werden. Der Unterschied zwischen Extrakt und Lufttemperatur kann bis 20° betragen. Die Heizplatten können aber noch wärmer werden. Die Extrakttemperatur ist im Beginn gegen 45—46° C, sowie aber die Masse austrocknet, steigt die Temperatur auf 55—60° C, die Plattentemperatur beträgt dann ca. 90—95° C. Das Trocknen dauert ungefähr 4 Stunden. Die Beendigung des Trocknens kann man durch das Schaufenster beurteilen. Ist ein Oberflächenkondensator vorhanden, so kann man das Aufhören des Abfließens bzw. des Abtropfens von Kondenswasser durch ein Schauglas beobachten. Ist dies nicht möglich (auch wegen Bekrustung der Schaugläser des Oberflächenkondensators), so ist man bloß auf die Beobachtung durch die Schaufenster des Schrankes und auf die Erfahrung bezüglich der normalen Trockenzeit angewiesen. Ist trotz der Beobachtung nach dem Öffnen des Schrankes das Trocknen noch nicht ganz beendet, so kann der Schrank wieder geschlossen werden, doch ist dies nicht besonders vorteilhaft. Wird anstatt Dampf Heißwasser zum Anheizen des Schrankes verwendet, so kann man die Temperatur nur allmählich abändern, wodurch man dann keine so schaumige Ware erhalten kann. Das Erwärmen des Wassers wird mittels Dampf besorgt, man kann aber auch einen kleinen Heißwasserkessel dazu benützen. Um die Wärmeausnutzung zu verbessern, pumpt man das schon einmal gebrauchte, doch noch immer warme Wasser in den Kessel zurück, wo es wiederholt erwärmt wird. Ist die Trocknung beendet, so drosselt man den Dampf oder das Wasser ab und läßt den Schrank abkühlen. Würde man den noch heißen

Schrank öffnen, so würde sich das Trockengut unter atmosphärischem Druck zu weit erhitzen. Um die Ware zu schonen, läßt man also den Schrank etwas abkühlen. Vor dem Öffnen des Schrankes schließt man zuerst das Ventil der Saugleitung ab, stellt dann die Luftpumpe ab. Nun öffnet man einen Lufthahn, und nachdem der Luftdruck ausgeglichen ist, kann man die Scharniertüren leicht öffnen. Die Schalen werden nacheinander hervorgezogen, die schaumige Masse wird mittels Spateln herausgekratzt. Den Trockenextrakt sammelt man in gut verschließbaren Gefäßen, z. B. innen mit Weißblech verschlagenen Holzkisten, welche auf Rädern rollen. Der Schrank kann jetzt von neuem gefüllt werden. Der Dampfverbrauch eines Trockenschrankes beträgt ungefähr 1,5 kg für 1 kg verdampftes Wasser. Der Kraftverbrauch für die Luftpumpe beträgt für einen Paßburgschen Trockenschrank Nr. 16 ca. 4 bis 5 PS. Der Dampfverbrauch ist beim Trocknen höher als beim Verdampfen, da relativ mehr Trockensubstanz vorhanden ist, und außerdem ist die Wärmeübertragung in einem Trockenschrank bedeutend schlechter. Die Luftmenge (Pumpengröße) sowie die zum Antrieb der Pumpe erforderliche Kraft läßt sich ebenso feststellen bzw. berechnen, wie bei Verdampfern. Konkrete Angaben über die Luftmengen sind in der Literatur nicht zu finden.

Als Heizdampf kann sowohl Frischdampf als auch Abdampf verwendet werden. Die niedrigere Temperatur des Abdampfes hat aber bei den Trockenschränken keine Bedeutung, da die Heizplatten eine hohe Temperatur besitzen müssen, um im Schaleninnern die notwendige Trockentemperatur zu bekommen.

Die Trockenschränke haben den Nachteil, daß ihre Leistungsfähigkeit sehr klein ist. Außerdem erfordern sie viel Handarbeit (Beschicken sowie Ausräumen der Schalen und des Schrankes).

Eine größere Leistung haben die Vakuum-Bandtrockner. Dieser Apparat enthält ein oder mehrere endlose Bänder, welche um die Heizplatten gespannt sind, und zwar derart, daß der obere Teil der Bänder auf der Heizplatte liegt. Die Bänder bewegen sich im länglichen zylindrischen Trockenapparat in der Achsenrichtung. An einem Ende wird das Dickextrakt durch einen Gießkopf auf die Bänder in dünner Schichte gegossen, das sich bewegende Band nimmt das Extrakt mit, und bis das Extrakt am Ende des Apparates anlangt, ist es auch ganz ausgetrocknet. Die Trockenzeit ist in diesem Apparat gegenüber den Trockenschränken stark abgekürzt, und zwar durchläuft das Extrakt in ca.  $\frac{1}{2}$  Std. den Apparat. Über den Dampfverbrauch solcher Apparate läßt sich nichts Bestimmtes angeben, da eine jede Konstruktion andere Verbrauchsziffern aufweist. Da am Ende des Apparates das Abschaben der Trockensubstanz ganz selbsttätig erfolgt, entfällt hier die viele Handarbeit; bemerkt sei, daß das Beschicken der Bänder auch ganz auto-

matisch erfolgt. Ein Vorteil dieses Apparates ist, daß die Extrakte in einer bedeutend dünneren Schicht auf die Bänder gelangen, wodurch die Trockendauer abgekürzt werden kann. Die Überhitzung der Extrakte kann auch hier nicht vermieden werden.

Die Trockendauer kann in den Vakuumentrockentrommeln noch weitergehend abgekürzt werden, da die Schichthöhe der Extrakte auf der Heizfläche auf 0,2 mm und noch weniger sinkt. Der große Einfluß der Schichthöhe auf die Trockendauer ergibt sich aus den praktischen Ergebnissen, nach welchen z. B. eine 5mal dickere Schichte 5mal langsamer verdampft bzw. trocknet. Die Trockendauer ist also der Schichthöhe proportional. Die Trockendauer ist aber auch eine Funktion des Wärmegefälles, welches bei den Trockentrommeln bedeutend geringer sein kann, da die Extrakte hier unmittelbar an der Heizfläche getrocknet werden, so daß auch die Überhitzungsgefahr vermindert ist, während in den Trockenschränken und in den Bandtrocknern zwischen dem Extrakt und der Heizfläche sich noch die Schale bzw. das Band befindet. Die Trockentrommeln haben also Vorteile, welche sie zur Trocknung wärmeempfindlicher Stoffe besser geeignet machen, außerdem ist aber ihre Leistungsfähigkeit bedeutend größer, die Handarbeit wird ganz erspart, und sie können für ganz kontinuierlichen Betrieb eingerichtet werden.

Im Prinzip bestehen die Trockentrommeln aus innengeheizten rotierenden Trommeln, deren äußere Fläche die Heizfläche ist. Das

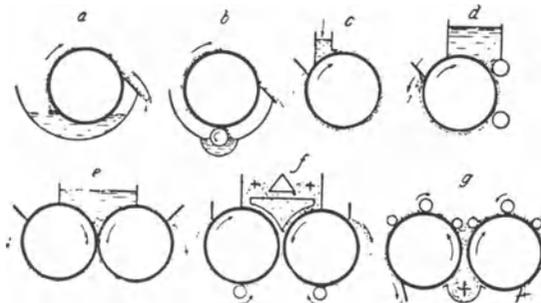


Abb. 129. Trockentrommelsysteme.

Trockengut wird auf diese Fläche aufgetragen, die Trommel dreht sich weiter, und inzwischen trocknet die Substanz aus. An einer Stelle ist ein Schabmesser angebracht, welches nach einer nicht vollen Umdrehung der Trommel die getrocknete Substanz abschabt. Auf Trockentrommeln können in erster Linie nur flüssige oder breiartige Stoffe getrocknet werden, selten werden auch feste Substanzen, wie Kartoffeln, Hafer (-Flocken), Malztreber usw. getrocknet.

Das Prinzip der verschiedenen Trommelkonstruktionen ist in Abb. 129 dargestellt. System *a* ist eine Eintauchtrommel; diese ist nur für dünn-

flüssige Substanzen brauchbar, da bei dicken Substanzen (Malzextrakte) die aufgenommene Substanz eine viel zu dicke Schicht an der Heizfläche bildet. Die Schichtendicke kann durch eine dazwischengeschaltete Auftragwalze geregelt werden (*b*), da die Schichtenhöhe vom Abstand zwischen Auftragwalze und Trommel bestimmt wird. System *c* erhält die Substanz von oben und ist deshalb in dieser einfachen Form für Malzextrakte nicht geeignet. System *d* besitzt noch 2 Glättwalzen, welche die Schichtenhöhe regeln. Dieses System wird aber trotzdem nur selten für Malzextrakte verwendet, da die technische Ausführung sehr unbequem

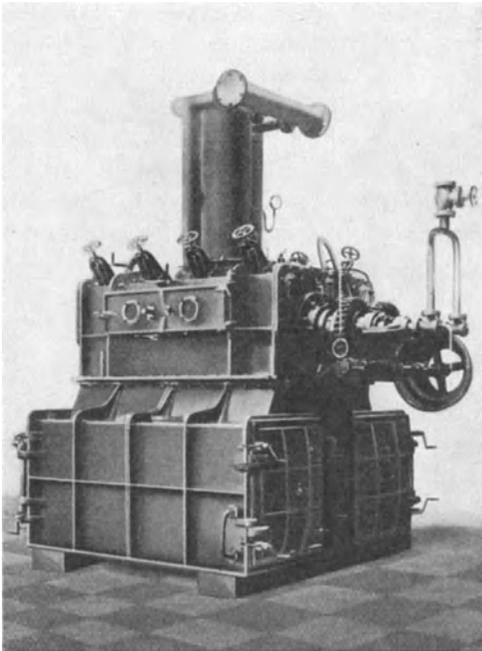


Abb. 130. Vakuum-Doppeltrockentrommel.  
(E. Paßburg, Berlin NW.)

ist, und außerdem ist das Dickextrakt oben in der Auftragsvorrichtung ständig mit der Heizfläche in Berührung und wird deshalb leicht überhitzt. Die Systeme *e*, *f*, *g* arbeiten mit 2 Trommeln (Doppeltrommel), von welchen aber bloß System *e* für Malzextrakte brauchbar ist. Die Schichtenhöhe wird vom Trommelabstand geregelt. Ein Nachteil ist, daß das Extrakt ebenfalls längere Zeit mit der Heizfläche in Berührung bleibt. Am besten ist also System *b* geeignet.

Abb. 130 zeigt eine Vakuum - Doppeltrockentrommel, System E. Paßburg. Das Extrakt ist nach einer Umdrehung der Heizwalzen trocken

und wird in Form eines groben Pulvers bzw. grober Blättchen von den an den polierten Heizröhrn anliegenden Schabmessern abgenommen. Dieser Vorgang ist durch Schaugläser beobachtbar. Das abgeschabte Trockengut fällt in auf Rädern montierte Aufnahmekästen, die sich unterhalb der Trommeln auf beiden Seiten in einem abschließbaren Raum befinden. Sind diese Kästen voll, so stellt man den Apparat ab, läßt Luft hinein, fährt den vollen Wagen heraus und einen leeren hinein. Eine spezielle Ausführung (in Abb. 130 nicht vorhanden) erlaubt die Entleerung auch ohne Unterbrechung des Betriebes. Die Walzen

drehen sich für Malzextrakte ungefähr 7—8mal in der Minute, so daß die Trockendauer bloß 8 Sek. beträgt. Der Kraftbedarf einer Doppeltrommel beträgt je nach Größe 2—8 PS (5—25 m<sup>2</sup> Heizfläche). Obwohl die Heizfläche bedeutend geringer ist als die der Trockenschränke, ist die Leistungsfähigkeit unvergleichbar höher. Während z. B. ein Schrank mit ca. 70 m<sup>2</sup> Heizfläche in 4 Stunden ca. 40 kg Dickextrakt trocknet (also in 24 Stunden 240 kg), leistet eine Doppeltrommel mit ca. 5 m<sup>2</sup> Heizfläche in 24 Stunden je nach dem Wassergehalt des Dickextraktes 3—5000 kg Dickextrakt. Der Kraftbedarf der Luftpumpe beträgt bei einem Apparat mit 5 m<sup>2</sup> Heizfläche ungefähr 4—5 PS. Als Heizdampf

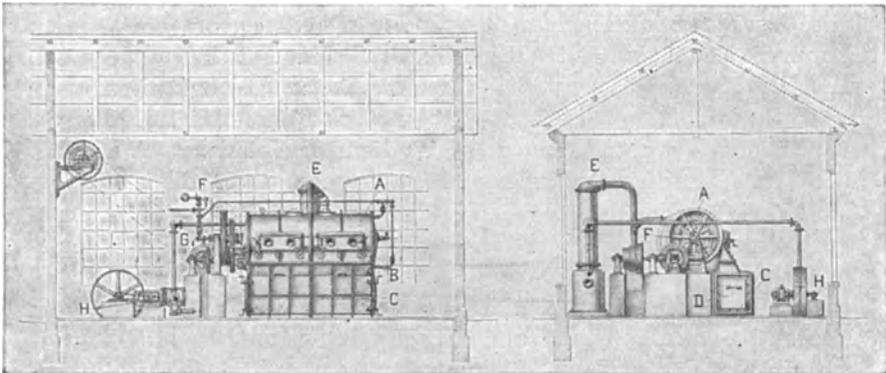


Abb. 131. Vakuum-Trockentrommel mit Auftragwalze. (E. Paßburg, Berlin NW.)

verwendet man zweckmäßig Abdampf. Eine wärmewirtschaftlich besonders vorteilhafte Anordnung besteht darin, daß man die Luftpumpe und die Trommeln mit Dampfantrieb versieht und den dabei erhaltenen Abdampf zur Trommelheizung verwendet. Auf 1 m<sup>2</sup> Heizfläche wird in der Stunde ca. 15 kg Wasser verdampft. Der Dampfverbrauch beträgt für 1 kg Wasser ca. 1,4 kg Dampf.

Besser als die Doppeltrommel eignet sich die Trommel mit Auftragwalze zur Trocknung von Malzextrakten (Abb. 131). Die Auftragwalze ist wie in Abb. 129b angeordnet. Diese Trommeln besitzen dieselben Vorteile wie die Doppeltrommeln (Trockendauer), doch ist die Leistungsfähigkeit geringer (ca. 2000—3500 kg bei 5 m<sup>2</sup> Heizfläche in 24 Std.). Der Dampf- und Kraftverbrauch ist derselbe wie bei der Doppeltrommel.

Als Material für die Trommeln ist Kupfer oder Aluminium das beste. Die Oberfläche muß ganz glatt poliert sein, sonst wird die Trockensubstanz nicht ganz abgeschabt. Da die Trommeltrockner bewegliche Teile besitzen und diese geschmiert werden müssen, muß bei Anschaffung einer Trommel sorgfältigst darauf gesehen werden, daß kein Schmieröl zum Trockengut gelangen kann.

Obwohl die Trockentrommeln die Trockendauer auf ungefähr 8 Sek. vermindert haben, konnten diastatische Nährextrakte in keinem Kontaktrockner erzeugt werden. Die Luftrockner sind für diesen Zweck im allgemeinen geeigneter, da eine Überhitzung des Extraktes erst nach dem Trocknen erfolgen kann, und da die Diastase in trockenem Zustand weniger hitzeempfindlich ist. Bei den gewöhnlichen Luftrocknerverfahren können die Extrakte nur in ziemlich kompakter Form zum Trocknen gelangen, und da demzufolge die Trockendauer sehr groß ist, werden die Extrakte trotzdem erheblich geschädigt, und der Enzymgehalt verschwindet völlig. Die neueren Verfahren unterscheiden sich von den bisher üblichen in der feinen Zerstäubung des Trockengutes; diese Verfahren können also nur für Flüssigkeiten gebraucht werden. Durch die Zerstäubung nimmt die Oberfläche der Flüssigkeit zu, so daß eigentlich die Heizfläche und dadurch die Trockengeschwindigkeit vergrößert wird. Dieses Verfahren trocknet also erheblich schneller als alle anderen Verfahren, und dabei ist die Trockentemperatur niedrig. Das Wesen des Zerstäubungsverfahrens ist, daß durch die zerstäubte Flüssigkeit warme Luft geleitet wird, welche die Teilchen außerordentlich schnell austrocknet. Die Zerstäubungstrockner sind also Luftrockner.

Die Luftrockner haben den allgemeinen Nachteil gegenüber dem Kontaktrockner, daß ihr Wärmeverbrauch bedeutend höher ist. Es wird nur ein Teil der zur Erwärmung der Luft gebrauchten Wärme ausgenutzt, ein Teil der Wärme geht aber mit den entweichenden Wrasen in Verlust, da die Luft sich niemals bis auf die Anfangstemperatur abkühlen kann. Da hier keine latente (Kondensations-) Wärme vorhanden ist, beträgt diese abgehende Wärme in Prozenten sehr viel. Während in Kontaktrocknern zur Verdampfung von 1 kg Wasser ca. 1,4—1,5 kg Dampf erforderlich sind, benötigt ein Luftrockner bis zu 2—3 kg Dampf. Der Kraftverbrauch der Luftrockner ist auch ganz bedeutend, da ganz große Luftmengen durch den Apparat geleitet werden müssen. Die Luftmenge ist eine Funktion des Zustandes (Feuchtigkeitsgehalt) der Trockenluft. In dieser Hinsicht ist man ganz den Witterungsverhältnissen ausgeliefert, und man muß die Luft nehmen wie sie eben ist.

Wenn auch die Wärmewirtschaftlichkeit der Luftrockner schlecht ist, besitzen sie den großen Vorteil, eine bessere Qualität der Trockensubstanz zu gewährleisten. Die Temperatur des Trockengutes reguliert sich von selbst durch die Verdunstungswärme. Das Trockengut kann im Luftrockner, solange es feucht ist, nie höhere Temperaturen annehmen als bei voller Sättigung dem Wärmewert der es umspülenden Luft entspricht.

Die Erfindung einer technisch tadellosen Trockenmethode für thermolabile Stoffe ist G. A. Krause zu verdanken. Sein Verfahren, welches

ein Zerstäubungsverfahren ist, hatte zwar eine Reihe von Vorläufern und Nachahmern, doch konnten praktische Ergebnisse fast nur mit dem Krause-Verfahren erreicht werden.

Man kann sich leicht vorstellen, daß der Erfolg der Zerstäubungstrocknung eine Funktion der Vollkommenheit der Zerstäubung, der Trockenluftzuführung und der Wrasenabführung ist. Die älteren Verfahren konnten für keine genügende Zerstäubung sorgen. Es wurde einerseits die unter Druck stehende Flüssigkeit durch Düsen zerstäubt (Stauff-, Union-Verfahren), andererseits wurde die Zerstäubung durch schnell rotierende Scheiben (Meister-Trufood-Verfahren) erreicht, doch war bei diesen Verfahren keine gleichmäßige Zerstäubung zu erhalten, teilweise konnte überhaupt keine richtige Zerstäubung erreicht werden. Die Düsen arbeiteten sehr ungleichmäßig, und dabei war ihre Lebensdauer gering. Die Meistersche Scheibe war eine flache Scheibe, welche in einer horizontalen Ebene um ihre geometrische Achse in schnelle Rotation versetzt wurde. Die Flüssigkeit wurde genau in die Mitte der Scheibe geleitet, von wo sie durch die Fliehkraft auf die ganze Scheibe verteilt und am Rand dieser in feine Tröpfchen aufgelöst wurde. Diese Zerstäubung erfolgt aber nur dann, wenn die Zuführung genau zentral ist, ist sie exzentrisch, so wird die Flüssigkeit nicht mehr zerstäubt, sondern verläßt vielmehr die Scheibe in einem ununterbrochenen Strahl. Die neueren Verfahren haben nun versucht, teilweise die Zerstäubungsdüsen, teilweise die Zerstäubungsscheiben zu verbessern. Die neueren Verfahren für Düsenbetrieb, wie das Gallandsche Verfahren, das Verfahren der Chem. Verwertungsgesellschaft usw. scheinen sich in der Praxis nicht eingebürgert zu haben, wenigstens ist dem Verfasser über eine praktische Anwendung nichts bekannt. Einzig das Verfahren der Merrell-Soule Co., Syracuse-New-York (von Flemming stammend) hat eine praktische Bedeutung erhalten und hat sich scheinbar zum Konkurrenzverfahren des Krause-Verfahrens in Amerika entwickelt. Über die Anwendbarkeit für diastatische Malzextrakte ist nichts Näheres bekannt.

In Europa hat sich das Scheibenverfahren entwickelt und hat eine technisch vollkommene Stufe erreicht. Es ist das von G. A. Krause stammende Verfahren, welches heute Eigentum der Metallbank und Metallurgische Gesellschaft A. G. Frankfurt a. M. bzw. deren Tochterfirma der Krause-Trocknungsapparatebau G. m. b. H., Frankfurt a. M. ist. Das Krause-Verfahren hatte im Beginn ebenfalls eine Düsenzerstäubung vorgesehen, doch wurde recht bald zur Rotationszerstäubung übergegangen.

Im wesentlichen besteht die Apparatur des Krause-Verfahrens aus einer schnell rotierenden Scheibe, welche die Flüssigkeit in dem Trockenraum bis zur Nebelfeinheit zerstäubt. Die Scheibenform hängt von der

Substanz, welche getrocknet werden muß, ab. Für Malzextrakte kann die sich zumeist bewährte Scheibenausführung verwendet werden. Diese ist tellerförmig, doch ist der Rand nach innen überbogen. An der so entstandenen Seitenwand sind zwei gegenüberliegende Düsen angebracht, durch welche die Zentrifugalkraft die in das Innere der Scheibe gelangende Flüssigkeit preßt und dadurch fein zerstäubt. Diese Krause-Scheibe ist also eine ganz originelle Verknüpfung der Rotationszerstäubung mit der Düsenzerstäubung. Die Scheibe befindet sich in sehr schneller Rotation, und zwar ändert sich die Tourenzahl je nach Größe der Scheibe zwischen 4500—24000 in der Minute. Der Antrieb der Scheibe erfolgt am besten mittels einer Abdampfturbine, da der Abdampf vorteilhaft zur Lufterwärmung verwendet werden kann. Der elektrische Antrieb hat sich wegen der hohen Tourenzahl nicht bewährt, und außerdem konnte der Motor gegen die Erwärmung nur schlecht geschützt werden. Der elektrische Antrieb ist auch wärmewirtschaftlich nicht auf der Höhe. Infolge der Zerstäubung bildet sich um die Scheibe herum eine horizontale Nebelscheibe. Diese Nebelscheibe besteht aus Einzelpartikelchen, deren Durchmesser durchschnittlich 0,01—0,05 mm beträgt. Diese Größe läßt sich durch Abänderung der Tourenzahl in gewissen Grenzen variieren. Die Oberfläche der Flüssigkeit wird durch diese Zerstäubung auf 300 m<sup>2</sup> für 1 l Flüssigkeit vergrößert. Die Trockenzeit beträgt dann für jedes Partikelchen im Durchschnitt  $\frac{1}{40}$  Sek. ( $\frac{1}{80}$ — $\frac{1}{28}$  Sek.). Dieses Ergebnis konnte mit reiner Düsenzerstäubung nicht erreicht werden (Merell-Soule?).

Die Trockenluft wird senkrecht durch den horizontalen Nebelschwaden geleitet. Die Lufttemperatur beträgt normal 150° C. Die Luft kühlt sich im Apparat bis zur erfolgten Sättigung ab. Wenn wir annehmen, daß die Luft bei 20° C bis 50 % gesättigt ist, so ist dieser Punkt im vorliegenden Fall, welcher für die Malzextrakte geeignet ist, ca. 41° C. Die Substanzteilchen können keine höhere Temperatur annehmen, solange noch Feuchtigkeit vorhanden ist. Dies trifft auch bei Malzextrakten zu. Das Krause-Verfahren gewährleistet also eine sonst nicht erreichbare kurze Trockendauer und eine niedrige Trockentemperatur. In der Praxis wird die Temperatur wohl etwas höher als 41° C liegen, da die Luft nicht bis zu 100 % gesättigt wird. Dementsprechend haben die entweichenden Wrasen auch eine über 41° C liegende Temperatur. Die praktischen Trockenversuche beweisen, daß die diastatischen Extrakte ohne nennenswerte Verluste getrocknet werden können, so daß die Erzeugung diastatischer Trockenextrakte als ein gelöstes Problem zu betrachten ist.

Trockenversuche, welche mit Malzextrakten durchgeführt wurden, gaben folgende Ergebnisse (die Original-Dickextrakte und die Trockenextrakte standen dem Verfasser zwecks Untersuchung zur Verfügung).

I. Nährextrakt	Dickextrakt	DK = 180
	Trockenextrakt	DK = 230
II. Backextrakt (Diamalt)	Dickextrakt	DK = 4200
	Trockenextrakt	DK = 4800
III. Textilextrakt (Diastafor)	Dickextrakt	DK = 9300
	Trockenextrakt	DK = 11250

Die Ergebnisse sind also ganz einwandfrei. Die Trockenextrakte werden im Krause-Verfahren gleich als feines Pulver gewonnen. Hingegen liefern die Kontaktrockner grobe Brocken (Schränke) oder Schuppen (Trommeln), so daß diese Produkte, wie weiter unten beschrieben wird, noch separat vermahlen werden müssen.

Die konstruktive Durchbildung findet man in Abb. 132. Die zu trocknende Flüssigkeit befindet sich im Behälter *r*, aus welchem sie nach

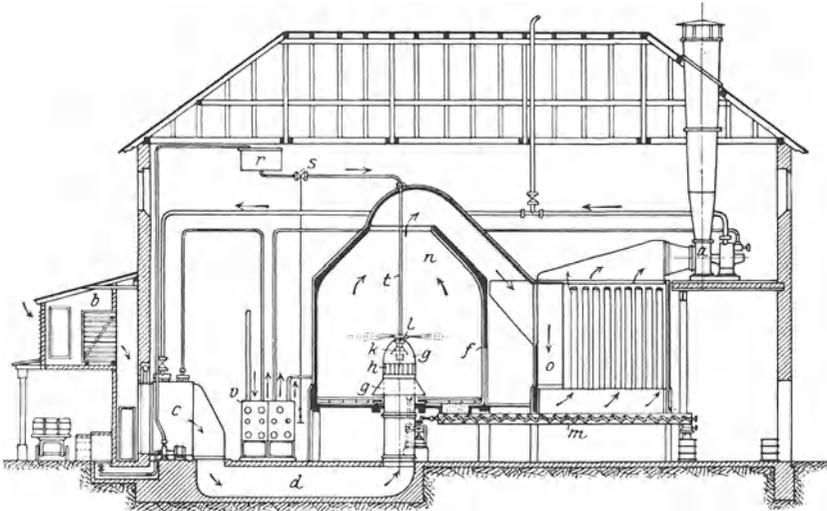


Abb. 132. Zerstäubungstrocknungsanlage nach System Krause. (Krause Trocknungsapparatebau G. m. b. H., Frankfurt a. M.)

Öffnen des Ventils durch Rohr *t* auf die Zerstäubungsscheibe *l* fließt. Die Flüssigkeit wird hier in einer horizontalen Schicht im Trockenraum *n* zerstäubt. Die Trockenluft wird vom Ventilator *a* durch das Filter *b* angesaugt und erwärmt sich im Kalorifer *c*, gelangt sodann durch Kanal *d* unter die Zerteilungsscheibe *e*, welche von Turbine *k* angetrieben wird. Der ganze Antrieb ist mit Haube *g* abgedeckt. Die Luft strömt durch die Öffnungen *h* tangential in den Trockenraum *n* und strömt von unten aufwärts durch den Nebelschwaden, trocknet ihn aus und kühlt sich dabei ab. Der trockene Staub fällt teilweise zu Boden, teilweise wird er vom Luftstrom mitgerissen und entfernt sich durch den oberen Kanal. Der zu Boden fallende Staub wird von rotierenden Bürsten oder Schaufeln zusammengefeßt und durch eine Bodenöffnung der Transportschnecke zugeführt. Die Wrasen strömen mit dem feinen Trockenpulver beladen

der Filteranlage *o* zu. Die Filteranlage besteht aus mehreren Filterschläuchen, welche das Pulver zurückhalten. Eine automatische Klopfvorrichtung entleert die Schläuche, und das Pulver fällt ebenfalls auf Schnecke *m*, welche das fertige Pulver weiterbefördert, welches dann am Ende der Schnecke sofort in luftdichte Gefäße verpackt werden kann. Die Funktion der ganzen Anlage wird von der Schalttafel *v* aus geregelt.

Die Krause-Anlagen werden auch in, von der geschilderten abweichenden Ausführung gebaut. Die Abweichungen betreffen die Form des Trockenraumes, die Unterbringung der Verteilerscheibe, die Luft-



Abb. 133. Zerstäubungsscheibe einer Krause-Trocknungsanlage. (Krause Trocknungsapparatebau G. m. b. H., Frankfurt a. M.)

einführung. Während früher der Trockenraum oben haubenartig gebaut wurde, wird er heute gewöhnlich flach ausgebildet. Die Trockenraumwände sind gewöhnlich mit Kacheln ausgelegt. Die Verteilerscheibe wurde in einzelnen Fällen von oben hängend eingebaut, die Wrasenabführung erfolgte dann unten. Bei manchen Anlagen wurde auch Luft durch die Trockenraumwandung tangential unten eingeleitet, doch hat diese Anordnung den Nachteil, daß die heiße Luft knapp neben der Wand in die Höhe steigt und an der Peripherie das bereits trockene Pulver verbrennt.

Abb. 133 zeigt die Zerstäubungsscheibe einer Krause-Anlage. Ganz oben befindet sich die Scheibe, darunter ist die Haube des Antriebes und die Lufteinführung.

Die Schaufeln, welche das abgelagerte Pulver den Transportschnecken zuführen, sind ebenfalls zu sehen. Im Hintergrund sieht man die Kacheln der Trockenraumwandung. Sowohl die Wand als die Deckhaube des Antriebes ist mit Trockenpulver belegt. Abb. 134 ist die äußere Ansicht einer Krause-Anlage, welche in Schlachters von der Krause-Gesellschaft errichtet wurde.

Die Krause-Apparate sind zur Trocknung von Dünn- und Dickextrakten geeignet. Je dicker die Extrakte sind, um so schwieriger ist das Zerstäuben. Am zweckmäßigsten wird man die Eindickung nicht über 35 % Wassergehalt treiben. Die Leistungsfähigkeit eines Krause-Apparates ändert sich mit der Konzentration. Leistet z. B. ein Apparat

in der Stunde 1000 kg Würze mit 10 % Trockengehalt, so erhält man in der Stunde 100 kg Trockensubstanz, will man aber einen Extrakt mit 60 % Trockengehalt trocknen, so leistet der Apparat nicht mehr 1000 kg in der Stunde, da gerade die letzten Anteile des Wassers am hartnäckigsten zurückgehalten werden und dadurch die Leistung auf etwa die Hälfte zurückfällt. Diese Leistung bedeutet noch immer 300 kg Trockensubstanz in der Stunde. Die Krause-Apparate werden für verschiedene Leistungen von 5—1500 l in der Stunde gebaut.

Der theoretische Dampfverbrauch einer Krause-Anlage beträgt für 1 kg verdampftes Wasser ca. 2 kg. Die praktische Zahl beträgt für eine 1000 Literanlage 2,5 kg. In dieser Dampfmenge ist der Dampfverbrauch der Antriebsturbine mit inbegriffen, wobei bemerkt sei, daß der Abdampf

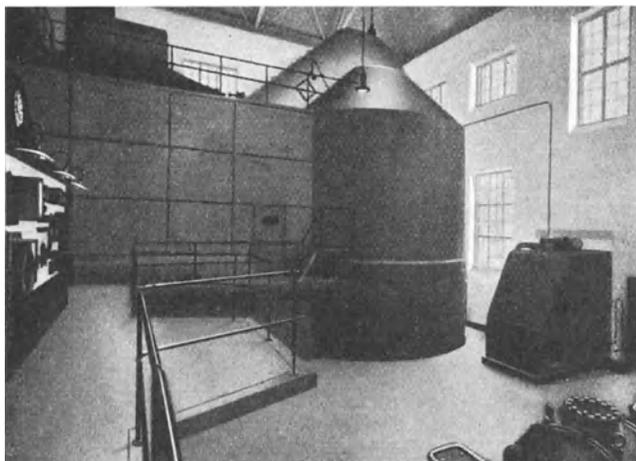


Abb. 134. Krause-Trocknungsanlage Milchwerke „Edelweiß“ in Schlachters.  
(Krause-Trocknungsapparatebau G. m. b. H., Frankfurt a. M.)

restlos zur Lufterhitzung verwendet wird. Will man also eine Malzwürze mit 90 % Wassergehalt im Krause-Apparat trocknen, so verbraucht man dazu 225 % kg Dampf. Auf 100 kg Trockenprodukt berechnet, beträgt dies 2250 kg Dampf. Trocknet man dagegen ein Extrakt mit 40 % Wasser, so verbraucht man nur 100 % kg Dampf und auf 100 kg Trockenprodukt berechnet 167 kg Dampf. In diesem Falle muß die Würze in einen Verdampfer voreingedickt werden. Erfolgt dies in einem gewöhnlichem Verdampfer, so benötigt man für 100 kg Trockensubstanz 917 kg Dampf, also insgesamt  $917 + 167 = 1084$  kg gegenüber 2250 kg Dampf. Die Anlagen mit Vorverdampfer arbeiten also bedeutend wirtschaftlicher. Noch besser ist die Wirtschaftlichkeit, wenn mit Brüdenkompression vorverdampft wird (500 kg Dampf auf 100 kg Trockenprodukt).

Wie bereits erwähnt wurde, erhält man bei der Krause-Trocknung ein feines Pulver, welches sofort handelsfertig ist. Trocknet man in Trommeln, so erhält man kleine Schuppen, welche zumeist ebenfalls handelsfertig sind. Werden Trockenschränke gebraucht, so müssen die groben Brocken zermahlen werden. Dies erfolgt am besten mit Scheibmühlen, wie sie auf S. 172 beschrieben sind (Abb. 58, 59). Das Mahlprodukt besteht aus feinen Nadeln, welche dem Trockenextrakt ein krystallähnliches Äußere verleihen. Diese Form ist eigentlich die handelsübliche. Krause-Produkte sind zur Zeit nicht im Verkehr.

Die Farbe der Extrakte ist in erster Reihe eine Funktion des Trockenverfahrens. Je schaumiger das Produkt getrocknet ist, um so heller gelb ist die Farbe. Trocknet das Extrakt in dicken Krusten, so bekommt man ein dunkles und schweres Pulver. Das Krause-Verfahren liefert ebenfalls ein schwereres Pulver (da feiner verteilt), doch läßt die Farbe nichts zu wünschen übrig. Auf S. 44—45 wurde bemerkt, daß die Extrakte beim Lagern unter Einwirkung der Oxydasen eine dunklere Färbung annehmen. Die Erfahrung hat nun bewiesen, daß aus frisch eingedickten Extrakten immer ein helleres Trockenprodukt gewonnen werden kann als aus gelagerten Dickextrakten.

## VI. Die Nebenprodukte der Malzextraktfabrikation.

Bei der Malzextraktfabrikation fallen insgesamt 2 Nebenprodukte ab, welche eine praktische Verwendung finden. Es sind dies die Malzkeime und die Malztreber. Beide werden als Nähr- oder Futtermittel verwendet. Die Malzkeime haben einen größeren Wert, da die frischen Treber zu 80—85 % aus Wasser bestehen und eine nur beschränkte Haltbarkeit besitzen.

### A. Die Malzkeime.

Die Abtrennung der Malzkeime vom Darrmalz ist bereits auf S. 162 bis 165 beschrieben. Hier findet sich die Angabe ebenfalls, daß die Malzkeime stark verunreinigt sind, sie enthalten sehr viel Staub und Mikroorganismen. Will man die Keime verwerten oder für bestimmte Zwecke aufarbeiten, so müssen sie unbedingt nachgereinigt werden. Zu diesem Zwecke dienen Schüttelsiebe mit Aspirator.

Die niedriggedarrten, also die hellen und langen Keime, werden im Handel bevorzugt.

Die Ausbeute an Malzkeimen beträgt ungefähr 3—4 % auf die Malztrockensubstanz berechnet. Die Keime sind stark hygroskopisch, und haben sie einmal viel Wasser aufgenommen, so verderben sie leicht. Die Lagerung muß daher sehr luftig erfolgen.

Die chemische Zusammensetzung der Malzkeime schwankt in sehr weiten Grenzen. Es wird hier eine Reihe von Analysen angeführt.

	%	%	%	%	%
Wasser . . . . .	3,2—24,5	10,1	11,8	10,4	9,0
Protein . . . . .	10,0—32,9	24,2	23,3	24,1	23,6
Fett . . . . .	0,7— 4,6	2,7	2,1	2,1	2,3
N-freie Extraktstoffe.	18,5—65,71	42,2	42,8	42,1	42,2
Rohfaser . . . . .	5,0—32,1	14,3	12,4	14,0	15,9
Asche . . . . .	6,0— 8,1	6,5	7,6	7,2	7,0

Die Versuche am Hunde von Rubner und Schittenhelm ergaben, daß die Malzkeime gern genommen und gut vertragen werden. Die Malzkeime sind ein Kraftfutter von hohem Nährwert. Betreffs der Verdaulichkeit gibt Schön folgende Zahlen für verdauliche Nährstoffe an: 19,4% Eiweiß, 45% Kohlenhydrat und 1,7% Fett.

Infolge des hohen Stickstoffgehaltes sind die Malzkeime ein beliebter Nährstoff für die Hefe. Außer dem Stickstoffgehalt haben die Malzkeime den Vorteil, der Treberschicht einen sparrigen Charakter zu verleihen und dadurch die Abläuterung zu erleichtern. -Bezüglich der Anwendung der Malzkeime als Hefenährmittel verweise ich auf die einschlägige Literatur. Die günstige Zusammensetzung macht die Keime auch zur Verwendung als Futtermittel geeignet. In letzter Zeit sind auch Nährpräparate mit einem Malzkeimgehalt für den menschlichen Genuß erschienen (Materna, Alentina usw.). Nach den Versuchen von Rubner und Schittenhelm wurden die Malzkeime vom menschlichen Organismus, in Kombination mit Hefemehl, vorzüglich vertragen. Als Viehfuttermittel sind die Malzkeime nicht übermäßig verbreitet.

## B. Die Treber.

Nach dem Abläutern bleiben im Läuterbottich ungefähr so viel Treber zurück, als Malz eingemaischt wurde. Da die Treber aus den unlöslichen Teilen des Malzes bestehen, ist es klar, daß ihr Wassergehalt sehr hoch ist. Normal beträgt der Wassergehalt der Läuterbottichtreber ca. 80 bis 85%. Die Maischfiltratreber und die Zentrifugentreber enthalten immer weniger Wasser. Die Zusammensetzung der Treber ist sehr wechselnd und hängt von der Malzbeschaffenheit, vom Maischverfahren und von der Abläuterung ab. Wird z. B. nach dem Eiweißbrastverfahren gearbeitet, so sind die Treber eiweißärmer, ist die Auflösung des Malzes schlecht gewesen, so bleiben in den Trebern mehr wertvolle Nährstoffe zurück usw. In der Brauerei werden die Treber weitgehender ausgelaut, als dies in der Extraktfabrikation erforderlich ist, weshalb die Brauereitreber wertloser sind als die Extrakttreber, doch erreichen diese niemals die Qualität der Brennereitreber.

Die durchschnittliche Zusammensetzung der Trebertrockensubstanz ist auf Grund zahlreicher Analysen:

	%
Asche . . . . .	3,9
Rohprotein . . . . .	19,6
Rohfaser . . . . .	18,5
N-freie Extraktstoffe .	47,9
Rohfett . . . . .	10,1

Auf Grund der Zusammensetzung (die nassen Treber enthalten ungefähr  $\frac{1}{5}$  der obigen Prozente) eignen sich die Treber vorzüglich als Viehfutter, und zwar für Rindvieh (Mastochsen, Milchkühe) und Schweine mit entsprechendem Beifutter (Heu, Stroh, Kartoffeln, Weizenkleie usw.) gemischt. Die nassen Treber sind nur sehr kurze Zeit haltbar, sie beginnen hauptsächlich im Sommer schnell zu gären und werden unbrauchbar. Dies ist ein großer Nachteil der Treber. Man war deshalb bestrebt, geeignete Konservierungsverfahren anzuwenden. Das älteste Verfahren war das Einsalzen (mit Kochsalz) und Einstampfen in Gruben; daß dieses Verfahren nicht den gewünschten Erfolg hatte, muß nicht näher klargelegt werden. Es wurde auch das künstliche Einsäuern versucht. Die Treber wurden zu diesem Zwecke mit Milchsäurebakterien geimpft und der Säuerung überlassen. Es entstanden dabei beträchtliche Substanzverluste (4—5%), und außerdem verträgt das Vieh die sauren Treber nur in geringeren Mengen als die ungesäuerten. Nach A. Stouffs gelingt die Konservierung bis über 10 Monate durch Durchfeuchten mit verdünnter Salzsäure, und zwar verwendet man 1 kg 33%ige rauchende Salzsäure auf 200 l Wasser bei 1000 kg Masse, die nach der Behandlung in Kuchen geprüßt werden kann. Inwiefern sich dieses Verfahren in der Praxis bewährt hat, ist nicht bekannt.

Ein weit besseres Verfahren ist das Entziehen des Wassers. Dies kann bis zu einer gewissen Grenze durch Abpressen erfolgen, doch genügt dies nicht zur Konservierung. Durch Trocknen kann man die Treber ganz entwässern, wodurch sie unbegrenzt haltbar werden. Das Trocknen ist kein billiges Verfahren, man ist deshalb bestrebt, das Wasser soweit als möglich auf mechanischem Wege zu entfernen und nur den Rest zu verdampfen. Der billige Preis der Treber ermöglicht das Trocknen nur dann, wenn Abdampf zur Verfügung steht. Die Trocknung wird bis auf 7—10% Wassergehalt geführt.

Zum Trocknen verwendet man am besten kontinuierlich arbeitende Trockentrommeln oder Muldentrockner. Die Trommeltrockner besitzen dieselbe Konstruktion, wie sie im Kapitel V (Trocknen) beschrieben sind, nur kommt die Ausführung *f* der Abb. 129 in Betracht. Die Anschaffungskosten einer Trockentrommel sind sehr hoch, so daß zumeist Muldentrockner verwendet werden.

Abb. 135 stellt eine für diese Zweck geeignete Muldentrockenanlage der Firma Louis Soest & Co., G. m. b. H., Düsseldorf-Reisholz, dar. Dieser Muldentrockner ist ein Mittelding zwischen Kontakt- und

Lufttrockner, indem die Flächenbeheizung beibehalten wurde, aber außerdem auch mit heißer Luft getrocknet wird. In der Mulde ist ein Heizrohrbündel eingebaut, welches mit den Trebern rieselnd bestreut wird, und inzwischen werden die Treber vom Luftstrom abgelüftet. Am Anfang des Rohrbündels sind Winkeleisenschnecken mit Schaufeln zum Umrühren, Heben und Fortbewegen des Trockengutes befestigt. Unterhalb der Mulde ist ein Rippenrohrcalorifer, durch welchen das heiße Kondenswasser strömt und die Luft erhitzt. Die hier erhitzte Frischluft gelangt sodann in die Mulde, und zwar in die Treber selbst.

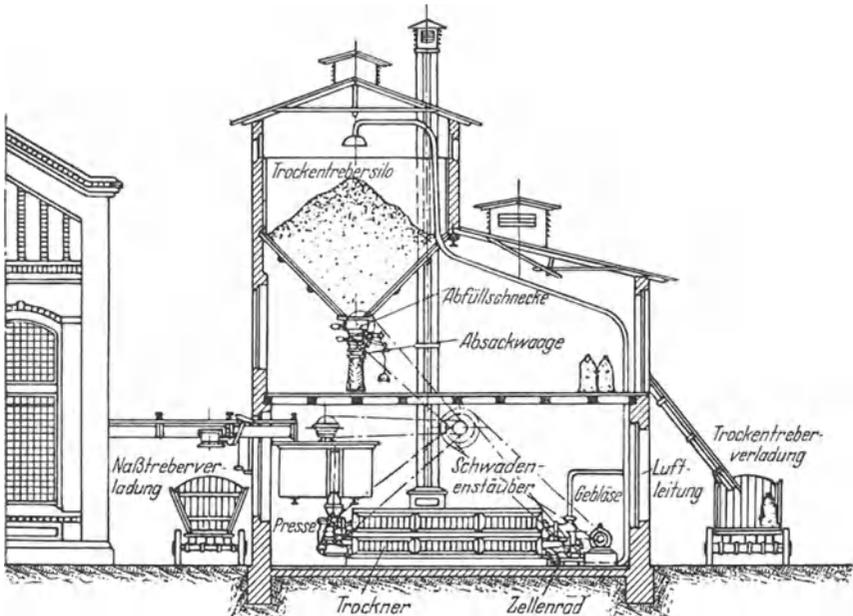


Abb. 135. Trebertrocknungsanlage. (Louis Soest & Co., G. m. b. H., Düsseldorf-Reisholz.)

Zum Fortbewegen der Treber läßt man das Rohrbündel langsam rotieren, die angebauten Schaufeln besorgen das Mischen und Fortbewegen. Der Kraftverbrauch ist sehr gering. Die ganze Anlage arbeitet wie folgt: Die nassen Treber gelangen durch die Trebergosse und durch Transportschnecken aus dem Sudhaus, sie können entweder feucht verladen werden oder aber sie gelangen in einen Behälter, von wo sie eine Vorpresse übernimmt und vom mechanisch eingeschlossenen Wasser befreit. Von hier gelangen die gepressten Treber in den Trockner, und von diesem werden sie dann mit Hilfe eines Zellenrades und eines Gebläses pneumatisch auf den Trockentrebersilo gefördert; im Bedarfsfalle können die Treber direkt pneumatisch verladen werden. Es ist auch eine Abfüll-

schnecke vorhanden, wodurch die Treber auch sackweise abgefüllt werden können.

Derartige Trebertrockner werden außer von Louis Soest & Co. noch von vielen anderen Firmen gebaut: Golzern-Grimma A. G., Benno Schilde A. G. usw.

Die Trockentreber besitzen ungefähr dieselbe Zusammensetzung wie die Trockensubstanz der feuchten Treber, nur daß der Wassergehalt ca. 7—10% beträgt.

## VII. Die analytische Kontrolle und die Betriebskontrolle.

Da sämtliche Methoden für die Kontrolle des Malzbetriebes dienen, sollen hier zu allererst die Bestimmungen der Bonner Vereinbarung abgedruckt werden. Diese Vereinbarung bezieht sich wohl auf die Malzanalyse, doch sind auch allgemeine Bestimmungen darin, welche bei der Untersuchung der Rohstoffe usw. wertvolle Dienste leisten können.

### A. Vereinbarungen über die Ausführung der Malzanalyse. Bonner Vereinbarung.

#### 1. Vorschriften für die Probeentnahme von Malz im Betrieb.

Die zur Untersuchung bestimmten Malzproben müssen dem wirklichen Durchschnitt entsprechen.

Die Probeentnahme hat durch Probestecher oder mit Hilfe eines zuverlässigen automatischen Probenehmers zu erfolgen.

Zur Probeentnahme vom Haufen, aus Silos und aus verschiedenen Säcken, bei der es darauf ankommt, aus verschiedenen Tiefen Teilproben zu erhalten, ist der Barth-Eckhardtsche Probestecher mit verschließbaren Klammern sehr geeignet.

Auf Haufen liegendes Malz ist gründlich um- und überzuschaueln. Die Probe ist an verschiedenen Teilen des Haufens mittels Probestechers zu entnehmen.

Befindet sich das Malz in Säcken, so sind die Stichproben aus 10% der Säcke zu entnehmen. Bei Waggonlieferungen sind die Probesäcke an verschiedenen Stellen des Waggons auszuwählen.

Zur automatischen Probenahme haben sich die automatischen Probenehmer von Gräbe-Pfungstadt und Wlokka bewährt.

Die durch Probestecher oder automatisch entnommenen Proben sind sofort in einem entsprechend großen trockenen Gefäß gründlich durchzumischen. Von diesem Durchschnitt ist das erforderliche Quantum in eine saubere und trockene Glasflasche mit eingeschlifftem Stöpsel zu

füllen. An Stelle einer solchen Glasflasche können auch andere Gefäße zur Verpackung oder Aufbewahrung Verwendung finden, soweit sie Gewähr dafür bieten, daß eine Veränderung des Malzes, besonders des Wassergehaltes, ausgeschlossen ist. So sind verwendbar Bierflaschen mit Patent- oder Korkverschluß, Konservengläser oder auch gut schließende Musterblechdosen, deren Deckelverschluß am besten noch mittels Papierstreifens usw. dicht verklebt wird. Steinkrüge, Kartons, Säcke oder Holzschachteln sind nicht zu verwenden.

Die Menge des zur Analyse einzusendenden Malzes muß mindestens 400 g betragen.

Die Restprobe ist 2 Monate aufzubewahren und vor Wasseranziehung sicher zu schützen. Bei etwaigen Differenzen wird die Restprobe geteilt: a) zur eigenen Kontrolle, b) zur Absendung an eine von beiden Parteien zu vereinbarenden Versuchsstation zum Obergutachten, sofern der Auftraggeber einen solchen Antrag stellt.

## 2. Die Analyse.

Die Analyse ist nach folgenden Vorschriften auszuführen:

### a) Probeentnahme zur Analyse.

Die zur Ausführung der Analyse erforderlichen Malzmengen sind vom Analytiker aus der vorliegenden, mindestens 400 g betragenden Probe, nachdem sie Zimmertemperatur angenommen hat und gut durchgemischt worden, ist zu entnehmen. Grobe Fremdkörper, Steine, Holzstückchen, Bindfadenreste usw. sind aus dem Analysenmaterial zu entfernen. Nur bei stärkerem Vorhandensein solcher Verunreinigungen ist eine nicht zahlenmäßige Angabe im Analysenbefund zu machen. Eine Entfernung kleinerer Unkrautsamen oder eine Entstaubung der Probe darf nicht vorgenommen werden.

### b) Feststellung des Feinheitsgrades eines zerkleinerten Malzes.

Zur Feststellung des Feinheitsgrades eines Schrotens oder Mehles ist nach Vorschlägen aus der Brauerei Pfungstadt ein mit Gewebe unten näher dargelegter Beschaffenheit bespannter, von Seck konstruierter und von diesem zu beziehender Siebsatz (Pfungstädter Plansichter), der folgende Bedingungen erfüllen muß, zu verwenden (s. Tabelle S. 306).

Von Schrot sind 100 g, von Mehl 50 g, die auf 100 Teile umzurechnen sind, auszuschütteln. Der Unterschied bei zwei Parallelversuchen soll 1% nicht überschreiten.

Die Schütteldauer beträgt 5 Min. bei 300 Umdrehungen in der Minute (zulässige Schwankungen  $\pm 20$  Umdrehungen). Auf die drei feinsten Siebe und auf den Siebboden sind während des Schüttelns je

Sieb	Draht- stärke mm	Anzahl der Maschen auf 1 cm <sup>2</sup>		Mittlere Anzahl der Maschen auf 19 cm <sup>2</sup>	Mittlere Teilung		Mittlere lichte Ma- schen- weite mm
		Kette	Schuß		Kette mm	Schuß mm	
Plattiertes	0,31	6,23—6,29	6,33	39,63	1,61—1,59	1,58	1,27
Stahldraht- gewebe	0,26	7,85—7,89	7,80—7,86	62,02	1,27	1,27	1,01
Bronzegaze	0,15	14,4	14,2—14,5	206,60	0,694	0,699	0,547
„	0,07	31,0	31,0	961,00	0,323	0,323	0,253
„	0,04	52,0	52,0	2704,00	0,192	0,192	0,152

3 Gummikugeln und Gummiwürfel (von 15—20 mm Durchmesser) zu bringen.

### c) Zerkleinerung des Malzes.

Zur Herstellung des Schrottes für die Extraktbestimmung dient eine Walzenschrotmühle von Seck, Dresden, zur Herstellung des Mehles für die Extraktbestimmung eine Feinmühle.

Zur Prüfung und Einstellung der Mühlen mittels des Plansichters ist ein gelöstes Malz (Farbe 0,2—0,25 Brand) von 4% Wassergehalt (zulässige Schwankung  $\pm 0,2\%$ ), dessen Extraktgehalt im Schrot mindestens 0,6% höchstens 1% weniger beträgt als im Mehl, zu verwenden.

Die Schrotmühle ist so einzustellen, daß beim Aussieben dieses zerkleinerten Malzes die drei untersten Siebanteile zusammen 40% betragen (zulässige Schwankung  $\pm 1\%$ ). Es entspricht dies etwa 1 mm Walzenabstand bei der Seckschen Schrotmühle.

Die Feinmühle ist so einzustellen, daß das oben charakterisierte zerkleinerte Malz auf den drei untersten Siebteilen des Plansichters 90% Anteile ergibt (zulässige Schwankung  $\pm 1\%$ ).

### d) Wasserbestimmung.

Die Zerkleinerung des Malzes für die Bestimmung des Wassergehaltes und für die Wasserbestimmung zur Schrotanalyse hat auf einer besonderen Mühle zu erfolgen (Handschrotmühle), die so eingerichtet ist, daß beim Aussieben von 100 Teilen mit dieser Mühle zerkleinerten Malzes von 4% Wassergehalt mit dem unter b) charakterisierten Plansichter die drei untersten Siebteile 60 Teile enthalten. Für die Handelsanalyse hat die Mahlung zur Wasserbestimmung auf der Feinmühle zu erfolgen, doch nur auf kalter Mühle und getrennt von der Mahlung zur Extraktbestimmung. Es sind etwa 10 g auf der Feinmühle in ein untergestelltes, gut verschließbares Pulverglas durchzumahlen; von diesem Mehl sind zweimal etwa 5 g in die Trockengläser einzuwägen. Jede Mühle ist zunächst durch Vermahlen von annähernd 5 g des zu untersuchenden Malzes auszuspülen. Die Trocknung soll in einem, wie unter e) angegeben, genau geprüften Trockenschrank bei einer Trockendauer von

3 Stunden vom Einsetzen in den über 100° C erwärmten Trockenschrank an gerechnet, ausgeführt werden.

#### e) Trockenschrank.

Jeder Trockenschrank ist vor Inbetriebnahme und in jährlichen Wiederholungen folgendermaßen einzustellen:

1. Von vier in Wassergehalt und Mürbigkeit möglichst verschiedenen Malzen sind entweder zweimal etwa 5 g Mehl oder auf der nach obiger Vorschrift eingestellten Handschrotmühle je zweimal etwa 5 g Malzschrot herzustellen und schnell genau abzuwägen.

2. Die Trockendauer soll in dem auf über 100° vor dem Erhitzen erwärmten Trockenschrank 3 Stunden betragen (vom Einsetzen an gerechnet).

3. Die Temperatur des Schrankes ist während des Trocknens auf 104—105° einzustellen.

4. Trockengläser sollen cylindrische Form haben und eine lichte Weite von 40 mm — Schwankungen von  $\pm 3$  mm sind zulässig — bei einer Höhe von 25—30 mm aufweisen.

Um festzustellen, ob die Trocknung bei 3 Stunden beendet ist, sind die von den in 1. bezeichneten Malzen ausgeführten Doppelbestimmungen sofort nach der Wägung nochmals 1 Std. bei 104—105° zu trocknen. Die nach 3- und 4stündiger Trockendauer erhaltenen Mittelwerte dürfen nach 4 Std. Trockendauer keine stärkere Zunahme des Wassergehaltes als 0,1% aufweisen. Selbstverständlich müssen die von reinem Malz ausgeführten Doppelbestimmungen auch innerhalb 0,1% übereinstimmen.

Ist die Differenz nach 3—4stündiger Trocknung größer als 0,1%, so ist der Trockenschrank unter jedesmaliger Wiederholung des Versuches auf eine um je 1° höhere Temperatur einzustellen. Auf jeden Fall ist aber das Überschreiten einer Temperatur von 108° unzulässig.

Folgende Trockenschranksysteme wurden von der Unterkommission geprüft: Scholvien, Ulsch, V. L. B.; andere Systeme sollen nicht verwandt werden; neue Systeme müssen durch die Analysenkommission geprüft werden.

#### f) Extraktbestimmung.

1. **Apparatur (Maischbad).** Das Maischen hat unter Verwendung von mechanischen Propellerrührwerken zu erfolgen. Die Rührer müssen so konstruiert sein, daß für jeden einzelnen Rührer die gleiche Tourenzahl gewährleistet wird, und das einerseits ein Anschlagen derselben an den Seitenwänden und ein Schleifen auf dem Becherboden (Nachzerkleinerung), andererseits eine Klumpenbildung auf dem Becherboden ausgeschlossen sind. Die Unterkante des Propellerflügels muß, um obige

Bedingung zu erfüllen, 1—2 mm über dem Becherboden laufen. Der Propeller muß fast die gesamte Fläche des Becherbodens bestreichen.

Die Becher und Rührer sollen aus dem gleichen Metall bestehen. Sie dürfen nicht vernickelt sein. Die Umdrehungszahl der Propeller muß 80—100 Touren in der Minute betragen.

Das Wasser des Maischbades ist während des Maischens durch einen mechanischen Rührer dauernd in Bewegung zu halten.

**2. Maischen.** Die Handelsanalyse ist in zu Mehl (s. S. 306) zerkleinertem Malz auszuführen.

Die Ausführung der Extraktbestimmung hat folgendermaßen zu geschehen:

Von der in einer Schale gut gemischten Malzprobe werden zweimal 50—51 g an verschiedenen Stellen entnommen, auf der Feinmühle in den untergestellten Analysenbecher durchgemahlen; die Mühle wird ausgepinselt, und sofort anschließend der Becherinhalt auf genau 50 g ausgewogen.

Eingemaischt wird außerhalb des Maischbades mit je 200 cm<sup>3</sup> destilliertem Wasser von 45—46°. Der Becherinhalt ist mit einem Glasstab zur Vermeidung von Klumpenbildung gut durchzurühren. Der verwendete Glasstab ist mit einer kleinen Menge Wasser sauber abzusputzen.

Die Becher werden nun sofort in das rechtzeitig auf 45° erwärmte Maischbad gebracht und das Rührwerk in Bewegung gesetzt. Bei der Temperatur von 45° wird genau 30 Min. lang gehalten. Dann wird die Temperatur von Minute zu Minute um je 1° gesteigert, bis 70° erreicht sind. Nach Erreichen dieser Temperatur sind 100 cm<sup>3</sup> destilliertes Wasser von 70° zuzuführen. Die Temperatur von 70° wird 1 Std. gehalten, dann sofort innerhalb 10—15 Min. auf Zimmertemperatur abgekühlt. Nachdem die Rührer abgespült und die Becher außen gut angetrocknet sind, wird der Becherinhalt auf genau 450 g ausgewogen.

Nach dem Aufwiegen sämtlicher Becher ist jeder einzelne kräftig und lange mit einem Glasstabe durchzurühren. Der gesamte Becherinhalt ist sofort nach beendetem Rühren auf das Filter, das den gesamten Becherinhalt aufnehmen kann, zu gießen. Es sind Faltenfilter von höchstens 32 cm Durchmesser, die auf keinen Fall über den Trichterrand hinausragen dürfen, zu verwenden. Geeignet ist das Filter Nr. 560 von Schleicher & Schüll oder eine andere in der Leistung gleichwertige Marke. Die zuerst durchgelaufenen 100 cm<sup>3</sup> Würze sind einmal auf das Filter zurückzugeben. Dann ist die gesamte Würze ablaufen zu lassen. Bei langsam laufenden Würzen ist die Filtration nach 2 Stunden zu unterbrechen. Der Cylinderinhalt ist vor dem sofort vorzunehmenden Füllen der Pyknometer durch einmaliges Auf- und Abschwenken zu mischen.

Schrotanalyse. Die nur auf besonderen Auftrag hin auszuführende Schrotanalyse ist mit einem zu Schrot zerkleinerten Malz (s. S. 306)

vorzunehmen. Die Ausführung hat in allen Teilen genau so wie unter Handelsanalyse beschrieben zu erfolgen, mit dem Unterschied, daß von der gut gemischten Malzprobe 2mal 50 g abzuwägen und zu schroten sind, und daß der Becherinhalt nach dem Schroten jedesmal durch Nachwägen auf quantitatives Arbeiten der Mühle zu kontrollieren ist. Verlustkörner dürfen nicht zugegeben werden.

**3. Bestimmung der Dichte der Würze (spez. Gewicht).** Zur Dichtebestimmung der Malzwürze sind sehr exakte geeichte Pyknometer in folgenden Abmessungen zu verwenden:

Inhalt der Pyknometer etwa . . . . .	50 cm <sup>3</sup>
Gesamthöhe der Pyknometer . . . . .	140—160 mm
Länge des Halses . . . . .	65—85 mm
Lichte Weite des Halses . . . . .	2,5—4,0 mm
Marke 25—35 mm vom oberen Rand entfernt.	
Die Dichte ist bei 17,5° festzustellen.	

Die gut gereinigten Pyknometer sind vor dem Füllen 2mal mit etwa 10 cm<sup>3</sup> Würze zu spülen.

Die gefüllten Pyknometer sind zur Einstellung in einem gut konstante Temperaturen haltenden Wasserbad  $\frac{1}{2}$  Std. bei 17,5° stehenzulassen. Das Bad muß so eingerichtet sein, daß während des Einstellens nur der über der Marke liegende Teil des Pyknometerhalses aus dem Wasser herausragt.

Vor dem Wägen müssen die Pyknometer Wägezimmertemperatur angenommen haben.

**4. Extraktermittlung aus der Dichte.** Die Ermittlung des Extraktes auf Grund der Dichtebestimmung hat bis auf weiteres nach der Balling'schen Tabelle bei 17,5° zu erfolgen. Die Dichte ist auf 5 Stellen zu errechnen und auf 0,00005 oder 0,00010 abzurunden. Wenn die in zwei Bechern vom gleichen Analytiker ermittelten Werte der Dichte um mehr als 2 Einheiten in der vierten Dezimale abweichen, ist die Analyse zu wiederholen.

#### g) Verzuckerung.

Auf Eintritt der Verzuckerung wird 10 Min. nach Erreichen der Temperatur von 70° in der Weise geprüft, daß man einen Tropfen der aufgerührten Maische auf eine Gipsplatte bringt und dazu einen Tropfen einer n/50-Jodlösung (2,54 g Jod + 5 g Jodkalium zu 1000 cm<sup>3</sup> Wasser) gibt. Die Prüfung wird bis zum Eintritt der Verzuckerung, d. h. bis der Maischetropfen mit der Jodlösung auf der Gipslamelle einen rein gelben Fleck zeigt, von 5 zu 5 Min. wiederholt. Tritt nach 1 Std. die Verzuckerung nicht ein, so wird die Prüfung auf Verzuckerung wiederholt, indem in einem neuen Versuch die Temperatur auf 75° gesteigert wird. Dieser Versuch dient einzig zur Prüfung auf Verzuckerung, niemals zur Extraktbestimmung.

## h) Farbebestimmung.

Zur Bestimmung der Farbtiefe in der Würze dient die Brandsche Farbstofflösung, die von der Wissenschaftlichen Station München auf Grund der n/10 Jodlösung einzustellen und jährlich neu von dort zu beziehen ist.

## i) Mechanische Untersuchung.

Die mechanische Analyse wird nach der Bonner Vereinbarung ebenso vorgenommen wie nach der früheren Gepflogenheit: Hektolitergewicht, Tausendkorngewicht, Beschaffenheit des Mehlkörpers, Blattkeimentwicklung, Reinheit.

## k) Analysenformular.

Als Attest für die Handelsanalyse dient ein entsprechendes Formular.

Handelsmalzanalyse nach den Vereinbarungen in Bonn 1924.

Eingelaufen am: .....  
 Bezeichnung der Malzprobe: .....  
 Art der Verpackung: .....

## Chemische Untersuchung

(90 % Mehl Pfungstädter Plansichter):

Wassergehalt . . . . .	....%
Extrakt aus lufttrockenem Salz in % Bllg. . . . .	....%
Extrakt aus wasserfreiem Salz . . . . .	....%
Verzuckerungszeit in Minuten . . . . .	.....
Geruch der Maische . . . . .	.....
Würze läuft ab . . . . .	.....
Würzefarbe in cm <sup>3</sup> n/10 Jodlösung . . . . .	.....
nach Brand bestimmt.	

## Mechanische Untersuchung:

Hektolitergewicht (Reichswaage) . . . . .	... kg
1000 Körner wiegen lufttrocken . . . . .	....g
1000 Körner wiegen wasserfrei . . . . .	....g

## Beschaffenheit des Mehlkörpers:

Mehlige Körner . . . . .	....%
--------------------------	-------

davon:

weiß . . . . .	....%
schwach gebräunt . . . . .	....%
stark gebräunt . . . . .	....%

Allgemeine Bemerkung über Verunreinigung usw.

## l) Fehlergrenzen bei der Malzuntersuchung.

Die Fehlergrenze ist bei der Bestimmung des Wassergehaltes im Malz an zwei verschiedenen Stationen auf 0,25% festgelegt.

Bei der Extraktbestimmung in der Trockensubstanz (also mit Einschluß der Fehler in der Wasserbestimmung) ist die Fehlergrenze festgelegt auf 0,6%, wobei natürlich immer wieder Voraussetzung ist, daß genau nach den Vorschriften gearbeitet wird.

## B. Allgemeine Methoden.

### 1. Die Bestimmung des Wassergehaltes.

#### a) Im Getreide.

50 g Körner werden auf einer Seckschen Schrotmühle fein geschrotet, am besten hält man sich an die Vorschriften der Bonner Vereinbarung für Malz (s. S. 306). Man wägt nun 3—5 g Mehl in ein verschließbares Wägegläschen, trocknet dann bei 100—105° bis zur Gewichtskonstanz oder nach der Bonner Vereinbarung 3 Std. im vorgeschriebenen Trockenschrank. Der Trockenschrank wird vorgewärmt.

Eine viel schnellere, praktische Methode ist die Wasserbestimmung nach G. Bode, welche keine genauen, doch praktisch entsprechende Werte liefert. Zur Bestimmung ist eine Kupfer- (Messing-) Apparatur erforderlich, welche von Franz Hugershof, Leipzig, geliefert wird.

Man wägt in die Destillierblase 100 g ganzes Getreide, gibt 200 cm<sup>3</sup> wasserfreies Schmieröl und 10 cm<sup>3</sup> Toluol hinzu. Nachdem der Blaseninhalt durch Umschwenken gut gemischt ist, schraubt man den Deckel auf. An den Kühler hängt man ein kalibriertes Meßrohr an und schaltet das Kühlwasser an. In den Fülltrichter gießt man 50 cm<sup>3</sup> Toluol. Nun erhitzt man die Blase mit großer Flamme auf 180°, und zwar in 8 Min. Man hält bei dieser Temperatur 5 Min. konstant und läßt das Toluol aus dem Fülltrichter in die Blase fließen, wobei aufgepaßt wird, daß etwas Toluol im Trichter zurückbleibt. Jetzt erhitzt man schnell auf 200°, stellt sodann die Flamme zur Seite und wartet, bis die Temperatur wieder auf 180° gesunken ist. Das Toluol destilliert inzwischen über und führt das Wasser mit, welches mit dem Toluol zusammen im Kühler kondensiert wird und sich im kalibrierten Rohr ansammelt, und zwar bildet das Wasser immer die untere Schicht. Der Prozentgehalt an Wasser kann im Meßrohr direkt abgelesen werden. Da das Wasser sich im Toluol etwas löst, muß zu dem Ergebnis 0,2% zugezählt werden. Das Ablesen der Prozente kann durch Abnehmen des Meßrohres erleichtert werden. Bei der Bestimmung muß die Temperatur und die Zeit des Erhitzens genau eingehalten werden, um bei parallelen Bestimmungen gleiche Ergebnisse zu bekommen. Die ganze Bestimmung ist in 25 Min. beendet.

#### b) Im Grünmalz.

Die Bestimmung kann entweder genau nach der Methode von G. Bode oder im Trockenschrank bei 105° erfolgen. Im zweiten Falle zerquetscht man das Grünmalz in einer Fleischmühle, wägt davon 5 g in ein verschließbares Wägegläschen und trocknet nach der Bonner Vereinbarung.

#### c) Im Darrmalz.

Siehe Bonner Vereinbarung.

## d) Im Dick- und Trockenextrakt.

Man wägt in ein Wäagegläschen 5 g Extrakt und trocknet bei 105°. Bei Dickextrakten gibt man in das Wäagegläschen vorher ein kleines Glasstäbchen und etwas gewaschenen und geglühten Sand. Das Dickextrakt wird mit Hilfe des Glasstäbchens mit dem Sand vermengt, wodurch es eine größere Oberfläche erhält und leichter austrocknet.

## 2. Die Bestimmung des Extraktgehaltes.

## a) Im Getreide.

1. Nach Richard-Purucker-Graf: 25 g geschrotene Gerste (siehe Wasserbestimmung) werden mit 25 cm<sup>3</sup> Malzauszug und 50 cm<sup>3</sup> Wasser in einem metallenen Maischbecher 15 Std. lang eingeteigt. Den Malzauszug bereitet man aus 1 Teil hellen Malzgroschrot mit 4 Teilen (nach Graf mit 5 Teilen) Wasser durch 2stündiges Macerieren, Umrühren und nachheriges Filtrieren (Faltenfilter). Der Maischbecher wird nun auf einem Sandbade langsam unter Umrühren und Ersatz des verdampfenden Wassers zum Kochen erhitzt, man kocht 5—10 Min. Nachdem das Schrot verkleistert ist, fügt man einige Kubikzentimeter heißen Wassers hinzu, kühlt auf 50° ab, setzt 75 cm<sup>3</sup> Malzauszug zu, erwärmt im Maischbade in 25 Min. auf 75° und verzuckert bei dieser Temperatur bis zum Verschwinden der Jodreaktion. Während des Maischens wird gleichförmig gerührt (mechanisches Rühren). Nachdem verzuckert ist, kühlt man die Maische ab, füllt auf 250 g auf und filtriert nach gutem Durchmischen durch ein Faltenfilter. Die zuerst trüb ablaufende Würze wird auf das Filter zurückgegossen. Man bestimmt nun das spez. Gewicht des Filtrates mit dem Pyknometer und ermittelt aus der Ballingschen Tabelle den diesem Gewichte entsprechenden Extraktgehalt der Würze. Es wird stets die verbesserte Ballingsche, die Plato-Tabelle gebraucht, welche in der von Doemens erweiterten Form im Verlag von R. Oldenbourg, München-Berlin 1919, erschien.

Bei Berechnung des Extraktgehaltes der Gerste ist von dem gefundenen Gesamtwürzeextrakt das Extrakt des verwendeten Malzauszuges in Abzug zu bringen. Zu seiner Bestimmung werden 100 g desselben im Maischbecher abgewogen, aufgekocht und nach dem Erkalten mit Wasser auf das ursprüngliche Gewicht gebracht. Man filtriert vom ausgeschiedenen Eiweiß ab und bestimmt im Filtrate das spez. Gewicht im Pyknometer. Den entsprechenden Extraktgehalt entnimmt man der Plato-Tabelle. Die Berechnung des Extraktgehaltes wird wie folgt durchgeführt, wenn  $p$  = Wassergehalt der Gerste in Prozenten,  $e_m$  = Extraktgehalt des Malzauszuges,  $e_w$  = Extraktgehalt der Gerstenwürze in Prozenten,  $a$  = die abgewogene Gerstenmenge,  $m$  = die Malz-

auszugmenge und  $w$  = die Maischwassermenge. Im Maischbecher sind folgende Wassermengen vorhanden:

$$\begin{aligned} & \frac{ap}{100} \text{ aus } a \text{ Gerstenschrot} \\ & m - e_m \text{ aus } m \text{ Malzauszug} \\ & w \text{ Maischwasser, also insgesamt} \\ & \frac{ap}{100} + m - e_m + w. \end{aligned}$$

Die Gerstenwürze enthält  $e_w$  % Extrakt. 100 g Würze enthalten also  $100 - e_w$  Wasser. Auf die ganze Wassermenge entfällt

$$E_g = \left( \frac{ap}{100} + m - e_m + w \right) \frac{e_w}{100 - e_w}$$

Gesamtextrakt. Von diesem Extrakt muß noch  $\frac{m e_m}{100}$  für den Extraktgehalt des Malzauszuges abgezogen werden:

$$E = E_g - \frac{m e_m}{100}.$$

Diese Extraktmenge wurde aus  $a$  Gerstenmenge gewonnen. Auf 100 g wasserhaltige Gerste berechnet, haben wir

$$\begin{aligned} a : E &= 100 : E_w \\ \text{und } E_w &= \frac{100 E_g - m e_m}{a} \% \end{aligned}$$

Auf Gerstentrockensubstanz berechnet, beträgt der Extraktgehalt

$$\begin{aligned} a - \frac{ap}{100} : E &= 100 : E_t \\ E_t &= \frac{100 E_g - m e_m}{a \left( 1 - \frac{p}{100} \right)}. \end{aligned}$$

Setzen wir für  $E_g$  den oben gefundenen Wert ein, so haben wir

$$E_w = \frac{100 \left( \frac{ap}{100} + m - e_m + w \right) \frac{e_w}{100 - e_w} - m e_m}{a}$$

und

$$E_t = \frac{100 \left( \frac{ap}{100} + m - e_m + w \right) \frac{e_w}{100 - e_w} - m e_m}{a \left( 1 - \frac{p}{100} \right)}$$

Wenn diese Methode ständig mit  $a = 25$  g,  $m = 100$  g,  $w = 100$  g durchgeführt wird, so erhalten wir für obige Formeln

$$E_w = 4 \left[ (0,25 p + 200 - e_m) \frac{e_w}{100 - e_w} - e_m \right],$$

$$E_t = \frac{400}{100 - p} \left[ (0,25 p + 200 - e_m) \frac{e_w}{100 - e_w} - e_m \right].$$

2. Nach R. Seibriger: Der nach Methode a, b bestimmte Extrakt ist stets etwas zu niedrig, weshalb nach dem Vorschlag von R. Seibriger die Gerste am besten unter Druck aufgeschlossen wird. Die Methode selbst ist folgende:

25 g Gerstenfeinmehl werden mit 80 g Wasser und 40 g Diastaseauszug im Maischbecher eingeteigt und ca. 15 Std. lang stehengelassen. Die Maische wird nun im Maischbad auf 50° erwärmt und  $\frac{1}{4}$  Stde. bei dieser Temperatur belassen, sodann stellt man den Becher in den Autoklaven und erhitzt 30 Min. lang auf 110°. Ist der Autoklav auf 100° abgekühlt, so nimmt man den Becher heraus und kühlt auf 60° ab, fügt 60 g Diastaseauszug hinzu, läßt bei 60° 15 Min. stehen, erwärmt dann unter ständigem Rühren auf 72—75° und hält unter Umrühren 30 Min. bei dieser Temperatur. Wenn der Becher abgekühlt ist, wird der Becherinhalt auf 225 g ergänzt. Nach dem Filtrieren bestimmt man das spez. Gewicht im Pyknometer bei 17,5°. Der Extraktgehalt wird aus der Plato-Tabelle ermittelt. Der Extraktgehalt des Diastaseauszuges muß auch bestimmt werden. Zu diesem Zwecke werden 100 g Diastaseauszug in einem Becher gewogen, man kocht den Inhalt des Bechers  $\frac{1}{4}$  Stde. langsam und ergänzt nach dem Abkühlen mit Wasser auf 100 g. Der Extraktgehalt wird mit Pyknometer und Plato-Tabelle bestimmt. Die Berechnung erfolgt wie unter Methode 1.

#### b) Im Malz (Kongreßverfahren).

15 g Feinmehl werden außerhalb des Maischbades mit 200 cm<sup>3</sup> Wasser von 45—47° eingemaischt und unter beständigem Umrühren mit einem mechanischen Rührwerke  $\frac{1}{2}$  Stde. bei dieser Temperatur gehalten. Nun erhöht man die Temperatur in 25 Min. auf 70°, und zwar derart, daß die Temperatur in der Minute um 1° ansteigt. Hat man 70° erreicht, so setzt man unter fortwährendem Rühren 100 cm<sup>3</sup> destilliertes Wasser von 70° zum Abspülen des Maischrandes im Becher zu und hält die Temperatur 1 Stde. lang unter fortlaufendem Rühren bei 70° konstant. Nachdem 70° erreicht wurden, beginnt man nach Verlauf der ersten 10 Min. die Verzuckerung zu prüfen, und zwar prüft man mittels der Jodreaktion. Die Zeit, welche vom Erreichen der Temperatur von 70° bis zum Verschwinden der Jodreaktion verläuft, nennt man Verzuckerungszeit. Die Prüfung auf Verzuckerung wird derart vor-

genommen, daß man einen Tropfen der treberhaltigen Maische mit einer Jodlösung (2,5 g Jod, 8 g Kaliumjodid, 1 l Wasser) auf Gipsplättchen zusammenbringt. Ist die Verzuckerung bei der ersten Probe noch nicht beendet, so prüft man nach je 5 Min. nochmals, bis die Jodreaktion verschwindet. Ist 1 Stde. bei 70° verlaufen, so stellt man das Rührwerk ab, spült es ab, kühlt den Becher möglichst rasch auf 17° und ergänzt den Becherinhalt mit Wasser auf 450 g. Die Maische wird nun gründlich durchgerührt, dann gießt man sie auf einmal auf ein trockenes Faltenfilter. Das spez. Gewicht der ablaufenden Würze bestimmt man bei 17,5° im Pyknometer und entnimmt den Extraktgehalt der Plato-Tabelle. Der Extraktgehalt (die Extraktausbeute) des lufttrockenen Malzes berechnet sich nach der Formel:

$$E = \frac{e(800 + w)}{100 - e} \%,$$

worin  $e$  = Extraktgehalt der Würze in Graden Balling,  $w$  = Wassergehalt des Malzes ist. Etwas abweichend ist die Formel von A. Beythien:

$$E = \frac{e}{100 - w} (w + 2H) \%$$

für lufttrockenes Malz und

$$E_t = \frac{100 E}{f} \%$$

für Malztrockensubstanz, worin ist:

- $e$  = der Extraktgehalt der Würze in Prozenten,
- $w$  = der Wassergehalt des Malzes in Prozenten,
- $H$  = das zur Herstellung der Würze zugemischte Wasser und
- $f$  = die Prozente Malztrockensubstanz.

Die Verzuckerungszeit ist bei diastatischem Malz 10—15 Min., bei hellem (Pilsener Malz) bis 20 Min., bei dunklem Malz 20—35 Min.

Siehe auch Bonner Vereinbarung S. 307.

Im Betrieb erreicht man mit Läuterbottich niemals die Laboratoriums-Feinmehlausbeute, bloß die Grobschrotausbeute. Im Maische-filterbetrieb kann man auch die Feinmehlausbeute erreichen.

### c) Im Dickeextrakt.

Extraktgehaltprozent = 100 — Wassergehaltprozent.

## 3. Die Bestimmung der Kohlenhydrate.

### a) Die Stärke.

Eine Methode zur genauen Bestimmung der Stärke im Getreide gibt es nicht. Die besten Werte liefert wohl die polarimetrische Methode von

Lintner, welche in der von O. Wenglein abgeänderten Form zur Anwendung gelangt.

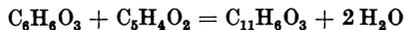
2,5 g Feinmehl werden mit 10 cm<sup>3</sup> destilliertem Wasser in einer Reibschale zu einem dünnen Brei angerieben, den man mit 20 cm<sup>3</sup> 77proz. Schwefelsäure (spez. Gewicht 1,7) versetzt. Man läßt die Masse 10 bis 15 Min. stehen; während dieser Zeit verflüssigt sich die Masse, welche binnen 25 Min. unter Nachwaschen mit Schwefelsäure vom spez. Gewicht 1,3 in ein 100 cm<sup>3</sup>-Kölbchen gespült wird. Man setzt nun 5 cm<sup>3</sup> einer 8proz. Natriumphosphorwolframatlösung zu, füllt den Inhalt mit Schwefelsäure (spez. Gewicht 1,3) bis zur Marke auf, schüttelt gründlich durch und gießt auf ein Faltenfilter. Die ersten trüben Flüssigkeitsteile werden abgesondert. Das klare Filtrat wird in einem 200-mm-Rohr bei Natriumlicht polarisiert. Der spez. Drehungswinkel der verschiedenen Stärkearten ist:

Gerstenstärke . . . . .	200,3°	Maisstärke . . . . .	201,5°
Roggenstärke . . . . .	201,6°	Reisstärke . . . . .	202,5°
Weizenstärke . . . . .	202,4°	Kartoffelstärke . . . . .	204,3°

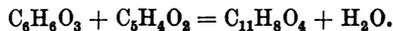
Der Durchschnittswert beträgt rund 202°.

#### b) Die Bestimmung der Pentosane und der Pentosen (nach B. Tollens).

Diese Methode beruht auf der Fähigkeit der Pentosane bzw. der Pentosen, bei der Destillation mit Salzsäure Furfurol abzuspalten. Dieser Vorgang ist keinesfalls quantitativ, da ein Teil des Furfurols mit dem vorhandenen Zucker sich in braune Huminsubstanzen umsetzt. Um also vergleichbare Resultate zu bekommen, wird man die Vorschriften genau einhalten müssen. Aus dem Destillat wird das Furfurol auf Vorschlag von Counciler mit Phloroglucin gefällt und das entstandene Phloroglucid gewogen. Die Fällung erfolgt nach folgender Gleichung:



oder nach Jäger und Unger



3 g Getreide- (Malz-) Mehl werden mit 100 cm<sup>3</sup> Salzsäure vom spez. Gewicht 1,06 in einem etwa 300 cm<sup>3</sup> fassenden Rundkolben aus einem Bade von Roseschem Metallgemisch (1 Teil Blei, 1 Teil Zinn, 2 Teile Bismut) oder aus einem Ölbad destilliert. Nachdem jedesmal 30 cm<sup>3</sup> in einer halben Stunde abdestilliert sind, füllt man mit einer Hahnpipette durch eine zweite Öffnung des Stopfens des Destillationskolbens wieder 30 cm<sup>3</sup> obiger Salzsäure nach, bis das Destillat insgesamt 400 cm<sup>3</sup> erreicht bzw. kein Furfurol mehr destilliert. Diese letztere Bedingung prüft man in einem Tropfen des Destillates mit einem Tropfen einer Anilinacetatlösung, wobei keine Rotfärbung entstehen darf. Zum Destillat

Kröbersche Tabelle für Pentosan.

Phloro- glucid	Furfurol	Pentose	Pentosan	Phloro- glucid	Furfurol	Pentose	Pentosan
0,030	0,0182	0,0358	0,0315	0,085	0,0468	0,0912	0,0803
0,031	0,0188	0,0368	0,0324	0,086	0,0474	0,0922	0,0812
0,032	0,0193	0,0378	0,0333	0,087	0,0479	0,0932	0,0821
0,033	0,0198	0,0388	0,0341	0,088	0,0484	0,0942	0,0830
0,034	0,0203	0,0398	0,0350	0,089	0,0489	0,0952	0,0838
0,035	0,0209	0,0408	0,0359	0,090	0,0494	0,0962	0,0847
0,036	0,0214	0,0418	0,0368	0,091	0,0499	0,0972	0,0856
0,037	0,0219	0,0428	0,0377	0,092	0,0505	0,0982	0,0865
0,038	0,0224	0,0439	0,0386	0,093	0,0510	0,0992	0,0874
0,039	0,0229	0,0449	0,0395	0,094	0,0515	0,1002	0,0883
0,040	0,0235	0,0459	0,0404	0,095	0,0520	0,1012	0,0891
0,041	0,0240	0,0469	0,0413	0,096	0,0525	0,1022	0,0899
0,042	0,0245	0,0479	0,0422	0,097	0,0531	0,1032	0,0908
0,043	0,0250	0,0489	0,0431	0,098	0,0536	0,1043	0,0917
0,044	0,0255	0,0499	0,0440	0,099	0,0541	0,1053	0,0926
0,045	0,0260	0,0509	0,0448	0,100	0,0546	0,1063	0,0935
0,046	0,0266	0,0519	0,0457	0,101	0,0551	0,1073	0,0944
0,047	0,0271	0,0529	0,0466	0,102	0,0557	0,1083	0,0953
0,048	0,0276	0,0539	0,0475	0,103	0,0562	0,1093	0,0962
0,049	0,0281	0,0549	0,0484	0,104	0,0567	0,1103	0,0971
0,050	0,0286	0,0559	0,0492	0,105	0,0572	0,1113	0,0979
0,051	0,0292	0,0569	0,0501	0,106	0,0577	0,1123	0,0988
0,052	0,0297	0,0579	0,0510	0,107	0,0582	0,1133	0,0997
0,053	0,0302	0,0589	0,0519	0,108	0,0588	0,1143	0,1006
0,054	0,0307	0,0599	0,0528	0,109	0,0593	0,1153	0,1015
0,055	0,0312	0,0610	0,0537	0,110	0,0598	0,1163	0,1023
0,056	0,0318	0,0620	0,0546	0,111	0,0603	0,1173	0,1032
0,057	0,0323	0,0630	0,0555	0,112	0,0608	0,1183	0,1041
0,058	0,0328	0,0640	0,0564	0,113	0,0614	0,1193	0,1050
0,059	0,0333	0,0650	0,0573	0,114	0,0619	0,1203	0,1059
0,060	0,0338	0,0660	0,0581	0,115	0,0624	0,1213	0,1067
0,061	0,0344	0,0670	0,0590	0,116	0,0629	0,1223	0,1076
0,062	0,0349	0,0680	0,0599	0,117	0,0634	0,1233	0,1085
0,063	0,0354	0,0690	0,0608	0,118	0,0640	0,1243	0,1094
0,064	0,0359	0,0700	0,0617	0,119	0,0645	0,1253	0,1103
0,065	0,0364	0,0710	0,0625	0,120	0,0650	0,1263	0,1111
0,066	0,0370	0,0720	0,0634	0,121	0,0655	0,1273	0,1120
0,067	0,0375	0,0730	0,0643	0,122	0,0660	0,1283	0,1129
0,068	0,0380	0,0741	0,0652	0,123	0,0665	0,1293	0,1138
0,069	0,0385	0,0751	0,0661	0,124	0,0671	0,1303	0,1147
0,070	0,0390	0,0761	0,0670	0,125	0,0676	0,1314	0,1156
0,071	0,0396	0,0771	0,0679	0,126	0,0681	0,1324	0,1165
0,072	0,0401	0,0781	0,0688	0,127	0,0686	0,1334	0,1174
0,073	0,0406	0,0791	0,0697	0,128	0,0691	0,1344	0,1183
0,074	0,0411	0,0801	0,0706	0,129	0,0697	0,1354	0,1192
0,075	0,0416	0,0811	0,0714	0,130	0,0702	0,1364	0,1201
0,076	0,0422	0,0821	0,0722	0,131	0,0707	0,1374	0,1210
0,077	0,0427	0,0831	0,0731	0,132	0,0712	0,1384	0,1219
0,078	0,0432	0,0841	0,0740	0,133	0,0717	0,1394	0,1227
0,079	0,0437	0,0951	0,0749	0,134	0,0723	0,1404	0,1236
0,080	0,0442	0,0861	0,0758	0,135	0,0728	0,1414	0,1244
0,081	0,0448	0,0871	0,0767	0,136	0,0733	0,1424	0,1253
0,082	0,0453	0,0881	0,0776	0,137	0,0738	0,1434	0,1262
0,083	0,0458	0,0891	0,0785	0,138	0,0743	0,1444	0,1271
0,084	0,0463	0,0901	0,0794	0,139	0,0748	0,1454	0,1280

Kröbersche Tabelle für Pentosan (Fortsetzung).

Phloro- glucid	Furfurol	Pentose	Pentosan	Phloro- glucid	Furfurol	Pentose	Pentosan
0,140	0,0754	0,1464	0,1288	0,195	0,1039	0,2015	0,1773
0,141	0,0759	0,1474	0,1297	0,196	0,1044	0,2025	0,1782
0,142	0,0764	0,1484	0,1306	0,197	0,1049	0,2035	0,1791
0,143	0,0769	0,1494	0,1315	0,198	0,1054	0,2045	0,1800
0,144	0,0774	0,1504	0,1324	0,199	0,1059	0,2055	0,1808
0,145	0,0780	0,1515	0,1333	0,200	0,1065	0,2065	0,1817
0,146	0,0785	0,1525	0,1342	0,201	0,1070	0,2075	0,1826
0,147	0,0790	0,1535	0,1351	0,202	0,1075	0,2085	0,1835
0,148	0,0795	0,1545	0,1360	0,203	0,1080	0,2095	0,1844
0,149	0,0800	0,1555	0,1369	0,204	0,1085	0,2105	0,1853
0,150	0,0805	0,1565	0,1377	0,205	0,1090	0,2115	0,1861
0,151	0,0811	0,1575	0,1386	0,206	0,1096	0,2125	0,1869
0,152	0,0816	0,1585	0,1395	0,207	0,1101	0,2134	0,1878
0,153	0,0821	0,1595	0,1404	0,208	0,1106	0,2144	0,1887
0,154	0,0826	0,1605	0,1413	0,209	0,1111	0,2154	0,1896
0,155	0,0831	0,1615	0,1421	0,210	0,1116	0,2164	0,1904
0,156	0,0837	0,1625	0,1430	0,211	0,1121	0,2174	0,1913
0,157	0,0842	0,1635	0,1439	0,212	0,1127	0,2184	0,1922
0,158	0,0847	0,1645	0,1448	0,213	0,1132	0,2194	0,1931
0,159	0,0852	0,1655	0,1457	0,214	0,1137	0,2204	0,1940
0,160	0,0857	0,1665	0,1465	0,215	0,1142	0,2214	0,1948
0,161	0,0863	0,1675	0,1474	0,216	0,1147	0,2224	0,1957
0,162	0,0868	0,1685	0,1483	0,217	0,1152	0,2234	0,1966
0,163	0,0873	0,1695	0,1492	0,218	0,1158	0,2244	0,1974
0,164	0,0878	0,1705	0,1501	0,219	0,1163	0,2254	0,1983
0,165	0,0883	0,1716	0,1510	0,220	0,1168	0,2264	0,1992
0,166	0,0888	0,1726	0,1519	0,221	0,1173	0,2274	0,2001
0,167	0,0894	0,1736	0,1528	0,222	0,1178	0,2284	0,2010
0,168	0,0899	0,1746	0,1537	0,223	0,1183	0,2294	0,2019
0,169	0,0904	0,1756	0,1546	0,224	0,1189	0,2304	0,2028
0,170	0,0909	0,1766	0,1554	0,225	0,1194	0,2314	0,2037
0,171	0,0914	0,1776	0,1563	0,226	0,1199	0,2324	0,2046
0,172	0,0920	0,1786	0,1572	0,227	0,1204	0,2334	0,2054
0,173	0,0925	0,1796	0,1581	0,228	0,1209	0,2344	0,2063
0,174	0,0930	0,1806	0,1590	0,229	0,1214	0,2354	0,2072
0,175	0,0935	0,1816	0,1598	0,230	0,1220	0,2364	0,2081
0,176	0,0940	0,1826	0,1607	0,231	0,1225	0,2374	0,2089
0,177	0,0946	0,1836	0,1616	0,232	0,1230	0,2383	0,2097
0,178	0,0951	0,1846	0,1625	0,233	0,1235	0,2393	0,2106
0,179	0,0956	0,1856	0,1634	0,234	0,1240	0,2403	0,2115
0,180	0,0961	0,1866	0,1642	0,235	0,1245	0,2413	0,2124
0,181	0,0966	0,1876	0,1651	0,236	0,1251	0,2423	0,2132
0,182	0,0971	0,1886	0,1660	0,237	0,1256	0,2433	0,2141
0,183	0,0977	0,1896	0,1669	0,238	0,1261	0,2443	0,2150
0,184	0,0982	0,1906	0,1678	0,239	0,1266	0,2453	0,2159
0,185	0,0987	0,1916	0,1686	0,240	0,1271	0,2463	0,2168
0,186	0,0992	0,1926	0,1695	0,241	0,1276	0,2473	0,2176
0,187	0,0997	0,1936	0,1704	0,242	0,1281	0,2483	0,2185
0,188	0,1003	0,1946	0,1712	0,243	0,1287	0,2493	0,2194
0,189	0,1008	0,1955	0,1721	0,244	0,1292	0,2503	0,2203
0,190	0,1013	0,1965	0,1729	0,245	0,1297	0,2513	0,2212
0,191	0,1018	0,1975	0,1738	0,246	0,1302	0,2523	0,2220
0,192	0,1023	0,1985	0,1747	0,247	0,1307	0,2533	0,2229
0,193	0,1028	0,1995	0,1756	0,248	0,1312	0,2543	0,2238
0,194	0,1034	0,2005	0,1764	0,249	0,1318	0,2553	0,2247

Kröbersche Tabelle für Pentosan (Fortsetzung).

Phloroglucid	Furfurol	Pentose	Pentosan	Phloroglucid	Furfurol	Pentose	Pentosan
0,250	0,1323	0,2563	0,2256	0,276	0,1457	0,2821	0,2482
0,251	0,1328	0,2573	0,2264	0,277	0,1462	0,2830	0,2490
0,252	0,1333	0,2582	0,2272	0,278	0,1467	0,2840	0,2499
0,253	0,1338	0,2592	0,2281	0,279	0,1473	0,2850	0,2508
0,254	0,1343	0,2602	0,2290	0,280	0,1478	0,2861	0,2517
0,255	0,1349	0,2612	0,2299	0,281	0,1483	0,2871	0,2526
0,256	0,1354	0,2622	0,2307	0,282	0,1488	0,2880	0,2534
0,257	0,1359	0,2632	0,2316	0,283	0,1493	0,2890	0,2543
0,258	0,1364	0,2642	0,2325	0,284	0,1498	0,2900	0,2552
0,259	0,1369	0,2652	0,2334	0,285	0,1504	0,2910	0,2561
0,260	0,1374	0,2662	0,2342	0,286	0,1509	0,2920	0,2570
0,261	0,1380	0,2672	0,2351	0,287	0,1514	0,2930	0,2578
0,262	0,1385	0,2681	0,2359	0,288	0,1519	0,2940	0,2587
0,263	0,1390	0,2691	0,2368	0,289	0,1524	0,2950	0,2596
0,264	0,1395	0,2701	0,2377	0,290	0,1529	0,2960	0,2605
0,265	0,1400	0,2711	0,2385	0,291	0,1535	0,2970	0,2614
0,266	0,1405	0,2721	0,2394	0,292	0,1540	0,2980	0,2622
0,267	0,1411	0,2731	0,2403	0,293	0,1545	0,2990	0,2631
0,268	0,1416	0,2741	0,2412	0,294	0,1550	0,3000	0,2640
0,269	0,1421	0,2751	0,2421	0,295	0,1555	0,3010	0,2649
0,270	0,1426	0,2761	0,2429	0,296	0,1560	0,3020	0,2658
0,271	0,1431	0,2771	0,2438	0,297	0,1566	0,3030	0,2666
0,272	0,1436	0,2781	0,2447	0,298	0,1571	0,3040	0,2675
0,273	0,1442	0,2791	0,2456	0,299	0,1576	0,3050	0,2684
0,274	0,1447	0,2801	0,2465	0,300	0,1581	0,3060	0,2693
0,275	0,1452	0,2811	0,2473				

fügt man die doppelte Menge des zu erwartenden Furfurols an in Salzsäure (spez. Gewicht 1,06) gelöstem Phloroglucin puriss. und so viel Salzsäure, daß das Gesamtvolumen 400 cm<sup>3</sup> beträgt, falls die Destillation früher abgebrochen wurde. Das Destillat wird wiederholt umgerührt, man läßt 15—18 Stdn. stehen und filtriert sodann das entstandene Phloroglucid durch ein vorgetrocknetes und gewogenes Filter oder durch einen Goochschen Tiegel. Der Niederschlag wird mit 150 cm<sup>3</sup> Wasser gewaschen; man trocknet das Filter bzw. den Goochschen Tiegel bei 98—100° 3<sup>1</sup>/<sub>2</sub>—4 Stdn. und wägt. Das Phloroglucid muß im geschlossenen Wäageglas oder im bedeckten Goochschen Tiegel gewogen und im Exsiccator aufbewahrt werden, da es sehr hygroskopisch ist. Bei zu langem Trocknen findet wegen Oxydation Gewichtszunahme statt. Ob die Fällung des Furfurols vollkommen erfolgte, wird nach 3 Stdn. nach dem Zusatz des Phloroglucins zu dem Furfuroldestillat mit anilinacetatgetränktem Papier geprüft. Wird das Papier gerötet, so setzt man zum Destillat noch Phloroglucinlösung hinzu und prüft nach weiteren 3 Stdn. wieder auf Furfurol.

Die Berechnung der Pentosane oder Pentosen erfolgt durch Division der Phloroglucidmengen mittels eines je nach der Phloroglucidmenge wechselndem Faktors, man erhält dabei die Furfurolmenge, welche

wieder durch Multiplikation mittels eines konstanten Faktors auf Pentosane bzw. Pentosen umgerechnet wird. Bequemer ist die Zuhilfenahme der beigelegten Kröberschen Tabelle, welche für Phloroglucidmengen von 30—300 mg berechnet ist. Ist die Phloroglucidmenge kleiner oder größer als diese Grenzmengen, so muß die Berechnung nach folgenden Formeln erfolgen.

Phloroglucidmenge (a) kleiner als 0,030 g

Furfurol = (a + 0,0052): 0,5170

Pentosen = (a + 0,0052): 1,0170

Pentosane = (a + 0,0052): 0,8949

Phloroglucidmenge (a) größer als 0,300 g

Furfurol = (a + 0,0052): 0,5180

Pentosen = (a + 0,0052): 1,0026

Pentosane = (a + 0,0052): 0,8824

Von Jäger, Unger und Fromherz wird an Stelle des Phloroglucins die Anwendung von Barbitursäure empfohlen, welche genauere Werte liefert. Der Niederschlag wird nach 24 Stdn. im Gooch-Tiegel abfiltriert und bei 105° getrocknet. Zur gewogenen Menge addiert man 0,0049 g für den im Destillat von 400 cm<sup>3</sup> gelöst gebliebenen Anteil des Niederschlages und berechnet die Furfurolmenge auf Grund von  $C_4H_6N_2O_4 \cdot C_5H_4O_2$ .

Im Grünmalz, im Dickextrakt und im Trockenextrakt bestimmt man die Pentosane und die Pentosen ebenfalls wie vorher beschrieben wurde. Im fertigen Dick- oder Trockenextrakt sind nur lösliche Pentosen vorhanden, deren Menge sehr stark schwankt. Man wird stets durch einen Vorversuch die zur Bestimmung erforderliche Extraktmenge ermitteln. Das Barbitursäureverfahren ist besonders zu empfehlen.

### c) Die Rohfaserbestimmung.

1. Nach Weender: 3 g Getreide- (Malz-) Mehl oder gut zerriebenes Grünmalz werden in einer Porzellanschale, die bis zu einer im Inneren angebrachten kreisrunden Marke 200 cm<sup>3</sup> faßt, mit 200 cm<sup>3</sup> 1,25proz. Schwefelsäure genau eine halbe Stunde unter Zusatz des verdampfenden Wassers durch heißes Wasser gekocht. Man läßt absitzen und filtriert in einem Trichter, welcher auf einer Wittschen Platte eine Asbestfilterschicht enthält durch Absaugen. Das Filter wird mit heißem Wasser gründlich gewaschen. Dann spült man den Filtrerrückstand samt der Asbestschicht in die Porzellanschale zurück, gibt 50 cm<sup>3</sup> Kalilauge (50 : 1 l) hinzu und füllt mit Wasser auf 200 cm<sup>3</sup> auf. Man kocht nun wieder eine halbe Stunde unter Ersatz des verdampfenden Wassers, filtriert durch ein neues Asbestfilter und wäscht wieder gründlich mit heißem Wasser. Das heiße Filtrat wird aus der Saugflasche entfernt, dann wäscht man den Filtrerrückstand 2—3mal mit Alkohol und Äther.

Das lufttrockene Filter bringt man in eine gewogene Platinschale und trocknet 1 Stde. bei 100—105°, wägt nach dem Erkalten, glüht dann kräftig aus und wägt nach dem Erkalten nochmals. Die Differenz der beiden Wägungen gibt die Menge der aschenfreien Rohfaser. Dies so erhaltene Rohfaser enthält unter Umständen noch 2—5% Stickstoffsubstanzen. Wenn man deren Menge nach Kjeldahl bestimmt und von der vorher bestimmten Rohfasermenge in Abzug bringt, so erhält man die proteinfreie Rohfaser.

2. Nach König (pentosanfreie Rohfaser): 3 g Substanz werden in einem Kolben oder in einer Porzellanschale mit 200 cm<sup>3</sup> Glycerin (spez. Gewicht 1,23), welches 2% konzentrierte Schwefelsäure enthält, vermischt. Das Gemisch wird entweder am Rückflußkühler bei 133—135° 1 Stde. lang gekocht oder aber man dämpft in einem Autoklaven bei 137° (= 3 Atm.) 1 Stde. lang. Nach dem Erkalten des Autoklaven verdünnt man den Inhalt des Kolbens auf 400—500 cm<sup>3</sup>, kocht nochmals auf und filtriert durch einen Gooch-Tiegel. Den Filtrerrückstand wäscht man mit 400 cm<sup>3</sup> kochendem Wasser, entfernt das heiße Wasser aus der Saugflasche und wäscht sodann mit vorgewärmtem Alkohol und darauffolgend mit einem ebenfalls erwärmtem Gemisch von Alkohol und Äther. Man trocknet nun den Tiegel bis zur Gewichtskonstanz und verascht den Inhalt. Nachher wird nochmals gewogen. Die Differenz zwischen beiden Gewichtsbestimmungen ergibt den aschenfreien und pentosanfreien Rohfasergehalt.

#### d) Bestimmung der Maltose und des Dextrins.

Die Bestimmung der Maltose beruht auf der Reduktionsfähigkeit gegen Kupferlösungen. Die Dextrine besitzen keine Reduktionsfähigkeit, sie müssen zuerst mittels Säuren zu Glucose verzuckert werden. Malzextrakt enthält gewöhnlich Maltose und Dextrin nebeneinander. In solchen Fällen bestimmt man zuerst die Maltose, verzuckert sodann die ganze Substanz und bestimmt dann Dextrin und Maltose zusammen als Glucose. Bringt man von diesem Zuckerwert den vorher gefundenen Maltosegehalt in Abzug, so erhält man die dem Dextrin entsprechende Zuckermenge, welche dann auf Dextrin umgerechnet wird. Man kann die Dextrine auch aus den auf dem Wasserbade eingedampften Zuckerlösungen mittels Alkohol abscheiden und nach erfolgtem Lösen in Wasser mit Säure verzuckern. Die Bestimmung der Maltose neben Dextrin ist sehr ungenau, die Fehlergrenze beträgt bis zu 5%, da die Dextrine selbst auch noch eine gewisse, wenn auch geringe Reduktionsfähigkeit besitzen.

1. Maßanalytische Bestimmung nach Soxhlet. Erforderliche Fehlingsche Lösung:

- I. 34,639 g  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  auf 500 cm<sup>3</sup>,  
II. 173 g Seignettesalz,  
50 g Natriumhydroxyd auf 500 cm<sup>3</sup>.

Die filtrierten Lösungen werden getrennt aufbewahrt und erst knapp vor der Verwendung im Verhältnis von 1 : 1 vermischt.

50 cm<sup>3</sup> Fehlingsche Lösung (25 cm<sup>3</sup> I. + 25 cm<sup>3</sup> II.) werden in einer Porzellanschale oder in einem Erlenmeyer-Kolben zum Kochen erhitzt, dann setzt man von der Zuckerlösung aus einer Bürette portionsweise so viel dazu, bis die Lösung nicht mehr blau erscheint. Dadurch hat man den ungefähren Zuckergehalt der Lösung bestimmt und verdünnt auf Grund dieser Bestimmung die Lösung auf ungefähr 1% Zuckergehalt. Man erhitzt nun nochmals 50 cm<sup>3</sup> Fehlingsche Lösung und setzt eine Zuckerlösungsmenge dazu, welche aus dem ersten Vorversuch ungefähr bestimmt wurde. Nun kocht man je nach der Zuckerart das Gemisch auf (für Glucose 2, für Maltose 4 Min.) und filtriert dann die ganze Flüssigkeit. Ist das Filtrat grün oder grünlich, so ist bestimmt noch Kupfer in der Lösung, wenn aber die Lösung gelb ist, so kann trotzdem noch Kupfer gelöst sein. In diesem Fall muß man mit gelbem Blutlaugensalz in der mit Essigsäure angesäuerten Lösung auf Kupfer prüfen. Entsteht eine rote oder rosa Färbung, so ist noch Kupfer in der Lösung. Verändert sich dagegen die Farbe nicht, so ist alles Kupfer ausgefällt. Wenn Kupfer in der Lösung geblieben ist, so ist dies ein Zeichen, daß zu wenig Zuckerlösung zur Fehlingschen Lösung zugesetzt wurde. Man nimmt dann nochmals 50 cm<sup>3</sup> Fehlingsche Lösung und setzt mehr Zuckerlösung dazu als zuvor. Man bestimmt also von beiden Seiten die Grenzen, zwischen welchen die zur Reduktion der 50 cm<sup>3</sup> Fehlingschen Lösung notwendige Zuckerlösungsmenge liegt. Man führt so viele Bestimmungen aus, bis man zwei Bestimmungen erhält, welche voneinander nur mit 0,1 cm<sup>3</sup> Zuckerlösung sich unterscheiden, und von denen bei der einen das Filtrat noch kupferhaltig ist, während das Filtrat der anderen kupferfrei ist. Hat man dies erreicht, so nimmt man den Mittelwert der beiden Bestimmungen. In der Regel wird man ungefähr 5 bis 6 Zuckerbestimmungen ausführen müssen. Hat man bei der ersten Bestimmung in der Lösung kein Kupfer mehr, so nimmt man zur zweiten Bestimmung weniger Zuckerlösung und bestimmt so die erwähnten Grenzwerte. Den Zuckerwert der Fehlingschen Lösung bestimmt man entweder mit reiner Maltose (Glucose) oder aber man reduziert die Fehlingsche Lösung mit einem Zuckerüberschuß und bestimmt gemäß der nachfolgend beschriebenen gravimetrischen Methode die Kupfermenge und entnimmt den Zuckerwert der entsprechenden Tabelle.

2. Gravimetrische Methode für Glucose nach Allihn. Erforderliche Fehlingsche Lösung:

- I. 34,639 g Kupfersulfat auf 500 cm<sup>3</sup>,
- II. 173 g Seignettesalz,  
125 g Kaliumhydroxyd auf 500 cm<sup>3</sup>.

Die Flüssigkeiten werden getrennt aufbewahrt. Man bringt 30 cm<sup>3</sup> Seignettelösung und 30 cm<sup>3</sup> Kupfersulfatlösung in ein 300-cm<sup>3</sup>-Becherglas, verdünnt diese Fehlingsche Lösung mit 60 cm<sup>3</sup> Wasser. Man erhitzt nun die Lösung auf einem Drahtnetz zum Sieden und läßt in die siedende Flüssigkeit aus einer Pipette genau 25 cm<sup>3</sup> der ca. 1proz. Zuckerlösung zufließen, kocht das Gemisch nochmals auf und filtriert das abgeschiedene Cuprooxyd durch ein Asbestfilter, welches schlechterdings (obwohl zuerst von Soxhlet angegeben) Allihn-Rohr genannt wird.

Zur Herstellung des Allihn-Rohres zieht man ein Verbrennungsrohr von etwa 15—20 mm lichter Weite 6—7 cm von einem Ende entfernt auf ein Drittel seiner Stärke gleichmäßig aus, so daß der enge Teil ungefähr 5—6 cm lang ist. In den engen Hals bringt man als Unterlage für das Asbest ein kleines Platinnetzchen, darauf weichen Asbest pro analysi und bildet darauf nach Art des Gooch-Tiegels eine Asbestfilterschicht, welche schwach angesaugt wird. Zweckmäßig wird man ungefähr 2—3 solche Filterschichten in dem Allihn-Rohr ausbilden. Die ganze Asbestschicht soll ungefähr 1,5 cm betragen. Ein übermäßig starkes Ansaugen der Asbestschicht soll vermieden werden, da sonst die Filtration zu langsam vorwärts schreitet. Man wäscht das fertige Röhrchen zuerst mit heißem Wasser, sodann mit Alkohol und Äther, trocknet, glüht, läßt im Exsiccator abkühlen und wägt dann. Das Cuprooxyd wird durch dieses Rohr abfiltriert, welches für mehrere Bestimmungen nacheinander verwendet werden kann. Man kann aber auch das Kupfer nach jeder Bestimmung mit Salpetersäure entfernen. Vor dem Gebrauch saugt man zuerst durch das Röhrchen etwas heißes Wasser, dann filtriert man das Cuprooxyd ab. Die letzten Reste des Cuprooxyds werden aus der Schale oder aus dem Erlenmeyer-Kolben mit einem Federchen und heißem Wasser herausgespült. Das Filter wird mehrere Male mit heißem Wasser nachgewaschen, worauf man mit Alkohol und Äther das Wasser entfernt und das ganze Rohr im Trockenschranke ungefähr  $\frac{1}{4}$  Stunde trocknet. Nach dem Trocknen verbindet man das Asbestfilter durch ein Glasröhrchen und durch einen durchbohrten Stopfen mit einem Wasserstoffentwicklungsapparat, dessen Gas durch Kaliumpermanganatlösung zur Entfernung von Arsenwasserstoff, hierauf zum Zwecke des Trocknens durch Schwefelsäure geleitet wird, und leitet Wasserstoff durch das schräg nach abwärts geneigte Röhrchen. Nachdem die Luft ausgetrieben ist, erhitzt man den Asbestpfropfen schwach, worauf das Cuprooxyd zu metallischem Kupfer oxydiert wird. Die Erhitzung wird

## Bestimmung der Glucose nach Allihn.

Kupfer mg	Glucose mg								
10	6,1	65	33,3	120	61,1	175	89,5	230	118,5
11	6,6	66	33,8	121	61,6	176	90,0	231	119,0
12	7,1	67	34,3	122	62,1	177	90,5	232	119,6
13	7,6	68	34,8	123	62,6	178	91,1	233	120,1
14	8,1	69	35,3	124	63,1	179	91,6	234	120,7
15	8,6	70	35,8	125	63,7	180	92,1	235	121,2
16	9,0	71	36,3	126	64,2	181	92,6	236	121,7
17	9,5	72	36,8	127	64,7	182	93,1	237	122,3
18	10,0	73	37,3	128	65,2	183	93,7	238	122,8
19	10,0	74	37,8	129	65,7	184	94,2	239	123,4
20	11,0	75	38,3	130	66,2	185	94,7	240	123,9
21	11,5	76	38,8	131	66,7	186	95,2	241	124,4
22	12,0	77	39,3	132	67,2	187	95,7	242	125,0
23	12,5	78	39,8	133	67,7	188	96,3	243	125,5
24	13,0	79	40,3	134	68,2	189	96,8	244	126,0
25	13,5	80	40,8	135	68,8	190	97,3	245	126,6
26	14,0	81	41,3	136	69,3	191	97,8	246	127,1
27	14,5	82	41,8	137	69,8	192	98,4	247	127,6
28	15,0	83	42,3	138	70,3	193	98,9	248	128,1
29	15,5	84	42,8	139	70,8	194	99,4	249	128,7
30	16,0	85	43,4	140	71,3	195	100,0	250	129,2
31	16,5	86	43,9	141	71,8	196	100,5	251	129,7
32	17,0	87	44,4	142	72,3	167	101,0	252	130,3
33	17,5	88	44,9	143	72,9	198	101,5	253	130,8
34	18,0	89	45,4	144	73,4	199	102,0	254	131,4
35	18,5	90	45,9	145	73,9	200	102,6	255	131,9
36	18,9	91	46,4	146	74,4	201	103,2	256	132,4
37	19,4	92	46,9	147	74,9	202	103,7	257	133,0
38	19,9	93	47,4	148	75,5	203	104,2	258	133,5
39	20,4	94	47,9	149	76,0	204	104,7	259	134,1
40	20,9	95	48,4	150	76,5	205	105,3	260	134,6
41	21,4	96	48,9	151	77,0	206	105,8	261	135,1
42	21,9	97	49,4	152	77,5	207	106,3	262	135,7
43	22,4	98	49,9	153	78,1	208	106,8	263	136,2
44	22,9	99	50,4	154	78,6	209	107,4	264	136,8
45	23,4	100	50,9	155	79,1	210	107,9	265	137,3
46	23,9	101	51,4	156	79,6	211	108,4	266	137,8
47	24,4	102	51,9	157	80,1	212	109,0	267	138,4
48	24,9	103	52,4	158	80,7	213	109,5	268	138,9
49	25,4	104	52,9	159	81,2	214	110,0	269	139,5
50	25,9	105	53,5	160	81,7	215	110,6	270	140,0
51	26,4	106	54,0	161	82,2	216	111,1	271	140,6
52	26,9	107	54,5	162	82,7	217	111,6	272	141,1
53	27,4	108	55,0	163	83,3	218	112,1	273	141,7
54	27,9	109	55,5	164	83,8	219	112,7	274	142,2
55	28,4	110	56,0	165	84,3	220	113,2	275	142,8
56	28,8	111	56,5	166	84,8	221	113,7	276	143,3
57	29,3	112	57,0	167	85,3	222	114,3	277	143,9
58	29,8	113	57,5	168	85,9	223	114,8	278	144,4
59	30,3	114	58,0	169	86,4	224	115,3	279	145,0
60	30,8	115	58,6	170	86,9	225	115,9	280	145,5
61	31,3	116	59,1	171	87,4	226	116,4	281	146,1
62	31,8	117	59,6	172	87,9	227	116,9	282	146,6
63	32,3	118	60,1	173	88,5	228	117,4	283	147,2
64	32,8	119	60,6	174	89,0	229	118,0	284	147,7

## Bestimmung der Glucose nach Allihn (Fortsetzung).

Kupfer mg	Glucose mg								
285	148,3	321	168,1	357	188,3	393	208,8	429	229,8
286	148,8	322	168,6	358	188,9	394	209,4	430	230,4
287	149,4	323	169,2	359	189,4	395	210,0	431	231,0
288	149,9	324	169,7	360	190,0	396	210,6	432	231,6
289	150,5	325	170,3	361	190,6	397	211,2	433	232,2
290	151,0	326	170,9	362	191,1	398	211,7	434	232,8
291	151,6	327	171,4	363	191,7	399	212,3	435	233,4
292	152,1	328	172,0	364	192,3	400	212,9	436	233,9
293	152,7	329	172,5	365	192,9	401	213,5	437	234,5
294	153,2	330	173,1	366	193,4	402	214,1	438	235,1
295	153,8	331	173,7	367	184,0	403	214,6	439	235,7
296	154,3	332	174,2	368	194,6	404	215,2	440	236,3
297	154,9	333	174,8	369	195,1	405	215,8	441	236,9
298	155,4	334	175,3	370	195,7	406	216,4	442	237,5
299	156,0	335	175,9	371	196,3	407	217,0	443	238,1
300	156,5	336	176,5	372	196,8	408	217,5	444	238,7
301	157,1	337	177,0	373	197,4	409	218,1	445	239,3
302	157,6	338	177,6	374	198,0	410	218,7	446	239,8
303	158,2	339	178,1	375	198,6	411	219,3	447	240,4
304	158,7	340	178,7	376	199,1	412	219,9	448	241,0
305	159,3	341	179,3	377	199,7	413	220,5	449	241,6
306	159,8	342	179,8	378	200,3	414	221,0	450	242,2
307	160,4	343	180,4	379	200,8	415	221,6	451	242,8
308	160,9	344	180,9	380	201,4	416	222,0	452	243,4
309	161,5	345	181,5	381	202,0	417	222,8	453	244,0
310	162,0	346	182,1	382	202,5	418	223,3	454	244,6
311	162,6	347	182,6	383	203,1	419	223,9	455	245,2
312	163,1	348	183,2	384	203,7	420	224,5	456	245,7
313	163,7	349	183,7	385	204,3	421	225,1	457	246,3
314	164,2	350	184,3	386	204,8	422	225,7	458	246,9
315	164,8	351	184,9	387	205,4	423	226,3	459	247,5
316	165,3	352	185,4	388	206,0	424	226,9	460	248,1
317	165,9	353	186,0	389	206,5	425	227,5	461	248,7
318	166,4	354	186,6	390	207,1	426	228,0	462	249,3
319	167,0	355	187,2	391	207,7	427	228,6	463	249,9
320	167,5	356	187,7	392	208,3	428	229,2		

so lange fortgesetzt, bis das entstandene Wasser aus Röhrechen völlig entwichen ist. Man läßt nun im Wasserstoffstrom erkalten und wägt. Die Gewichtszunahme des Röhrechens gibt die vom Zucker reduzierte Kupfermenge an. Die entsprechende Zuckermenge kann aus der beigefügten Allihnschen Tabelle entnommen werden. Die so gefundenen Zuckerwerte werden dann auf Prozente überrechnet. Die Umrechnung der Glucose auf Dextrin erfolgt durch Multiplikation der Glucosemenge mit 0,95.

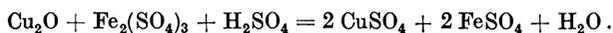
3. Gravimetrische Methode für Maltose nach E. Wein.  
Erforderliche Fehlingsche Lösung:

- I. 34,639 g Kupfersulfat auf 500 cm<sup>3</sup>,
- II. 173 g Seignettesalz,  
53 g Natriumhydroxyd auf 500 cm<sup>3</sup>.



Die Bestimmung wird wie nach Allihn durchgeführt, doch kocht man 4 Min. lang. Die Maltosewerte werden der Weinschen Maltosetabelle entnommen.

4. Maßanalytische Bestimmung nach Bertrand. Das Prinzip dieser Methode ist, daß das bei der Reduktion einer alkalischen Kupferlösung sich ausscheidende Cuprooxyd nach der Mohrschen Methode maßanalytisch bestimmt wird. Die Mohrsche Methode besteht darin, daß das Cuprooxyd in einer sauren Ferrisulfatlösung gelöst wird, wobei Kupfersulfat entsteht und das Ferrisulfat zu Ferrosulfat reduziert wird. Das entstandene Ferrosulfat wird endlich mit Kaliumpermanganat volumetrisch bestimmt. Der Verlauf der Reaktion kann durch folgende Gleichung veranschaulicht werden:



Es sind zur Bestimmung folgende Lösungen erforderlich:

A. Kupferlösung.

Kupfersulfat rein . . . . .	40 g
Destilliertes Wasser aufgefüllt auf . . . . .	1 l

B. Seignettelösung.

Seignettesalz . . . . .	200 g
Natriumhydroxyd . . . . .	150 g
Destilliertes Wasser aufgefüllt auf . . . . .	1 l

C. Eisenlösung.

Ferrisulfat . . . . .	50 g
Schwefelsäure 184 . . . . .	200 g
Destilliertes Wasser aufgefüllt auf . . . . .	1 l

D. Permanganatlösung.

Kaliumpermanganat . . . . .	5 g
Destilliertes Wasser aufgefüllt auf . . . . .	1 l

Die Eisenlösung soll kein Permanganat reduzieren, wenn ja, so wird so lange Permanganatlösung zugesetzt, bis die Farbe umschlägt. Die zu bestimmende Zuckerlösung soll in 20 cm<sup>3</sup> ca. 10—90 mg Zucker enthalten. Größere oder kleinere Zuckerwerte geben ungenaue Ergebnisse. Man mischt mit einer Pipette 20 cm<sup>3</sup> der Zuckerlösung in einen 125 bis 150 cm<sup>3</sup> Erlenmeyer-Kolben, fügt 20 cm<sup>3</sup> Kupferlösung A und 20 cm<sup>3</sup> Seignettelösung B hinzu und kocht das Ganze genau 3 Min. lang. Man läßt das abgeschiedene Cuprooxyd absitzen und gießt die klare Flüssigkeit durch einen Gooch-Tiegel, wobei man darauf achtet, daß möglichst wenig Cuprooxyd auf die Asbestschicht gelangt. Nachdem die Flüssigkeit dekantiert wurde, gießt man auf das noch im Erlenmeyer-Kolben befindliche Cuprooxyd nochmals Wasser, läßt wieder absitzen und dekantiert das Waschwasser auf das Filter. Beim ersten Absitzenlassen muß die überstehende Flüssigkeit eine blaue Farbe besitzen. Ist

dies nicht der Fall, so enthält die Zuckerlösung zuviel Zucker. Nach entsprechendem Verdünnen wird dann eine neue Bestimmung durchgeführt. Ist auch das Waschwasser dekantiert (das Cuprooxyd bleibt wieder im

Maltosetabelle nach Bertrand.

Zucker mg	Kupfer mg	Zucker mg	Kupfer mg	Zucker mg	Kupfer mg	Zucker mg	Kupfer mg	Zucker gm	Kupfer mg
10	11,2	29	32,2	47	51,7	65	71,1	83	90,4
11	12,3	30	33,3	48	52,8	66	72,2	84	91,5
12	13,4	31	34,4	49	53,9	67	73,3	85	92,6
13	14,5	32	35,5	50	55,0	68	74,3	86	93,7
14	15,6	33	36,5	51	56,1	69	75,4	87	94,8
15	16,7	34	37,6	52	57,1	70	76,5	88	95,8
16	17,8	35	38,7	53	58,2	71	77,6	89	96,9
17	18,9	36	39,8	54	59,3	72	78,6	90	98,0
18	20,0	37	40,9	55	60,3	73	79,7	91	99,0
19	21,1	38	41,9	56	61,4	74	80,8	92	100,1
20	22,2	39	43,0	57	62,5	75	81,8	93	101,1
21	23,3	40	44,1	58	63,5	76	82,9	94	102,2
22	24,4	41	45,2	59	64,6	77	84,0	95	103,2
23	25,5	42	46,3	60	65,7	78	85,1	96	104,2
24	26,6	43	47,4	61	66,8	79	86,1	97	105,3
25	27,7	44	48,5	62	67,9	80	87,2	98	106,3
26	28,9	45	49,5	63	68,9	81	88,3	99	107,4
27	30,0	46	50,6	64	70,0	82	89,4	100	108,4
28	31,1								

Glucosetabelle nach Bertrand.

Zucker mg	Kupfer mg								
10	20,4	29	57,2	47	90,0	65	121,3	83	150,9
11	22,4	30	59,1	48	91,8	66	123,0	84	152,5
12	24,3	31	60,9	49	93,6	67	124,7	85	154,0
13	26,3	32	62,8	50	95,4	68	126,4	86	155,6
14	28,3	33	64,6	51	97,1	69	128,1	87	157,2
15	30,2	34	66,5	52	98,9	70	129,8	88	158,8
16	32,2	35	68,3	53	100,6	71	131,4	89	160,4
17	34,2	36	70,1	54	102,3	72	133,1	90	162,0
18	36,2	37	72,0	55	104,1	73	134,7	91	163,6
19	38,1	38	73,8	56	105,8	74	136,3	92	165,2
20	40,1	39	75,7	57	107,6	75	137,9	93	166,7
21	42,0	40	77,5	58	109,3	76	139,6	94	168,3
22	43,9	41	79,3	59	111,1	77	141,2	95	169,9
23	45,8	42	81,1	60	112,8	78	142,8	96	171,5
24	47,7	43	82,9	61	114,5	79	144,5	97	173,1
25	49,6	44	84,7	62	116,2	80	146,1	98	174,6
26	51,5	45	86,4	63	117,9	81	147,7	99	176,2
27	53,4	46	88,2	64	119,6	82	149,3	100	177,8
28	55,3								

Erlenmeyer-Kolben zurück), so entleert man die Saugflasche des Gooch-Tiegels und wäscht sie rein; diese dient dann zur Aufnahme der Eisen-Kupfer-Lösung. Man läßt auf das Cuprooxyd in den Erlenmeyer-Kolben nach Bedarf 5, 10, 20 cm<sup>3</sup> Eisenlösung fließen, es entsteht eine

klare, ultramariningrüne Lösung, welche durch den Gooch-Tiegel gegossen wird. Bleibt auf der Asbestschicht noch etwas ungelöstes Cuproxyd, so läßt man noch einige Kubikzentimeter Eisenlösung darauf fließen. Ist alles Kupfer gelöst, so wäscht man den Kolben und das Filter mit destilliertem Wasser. Die Eisenlösung sammelt sich in der Saugflasche und wird hier mit Kaliumpermanganat titriert. Der Farbumschlag ist sehr deutlich (grün-rosa). Die Berechnung erfolgt auf Grund der oben angeführten Gleichung, und zwar entspricht jedem Ferrosulfatmolekül ein Kupferatom. Die Permanganatlösung wird am besten auf Eisen eingestellt (Mohrsches Salz). Ist der Eisentiter bekannt, so erhält man durch Multiplikation mit  $\frac{\text{Cu}}{\text{Fe}} = \frac{63,6}{55,9} = 1,1377$  den Kupfertiter der Permanganatlösung. 1 l Permanganatlösung ist ungefähr mit 10 g Kupfer äquivalent. Die Zuckermengen lassen sich aus beigefügten Tabellen entnehmen.

5. Bestimmung von Maltose und Dextrin nebeneinander. Zuerst bestimmt man nach einer beliebigen Methode die Maltose, sodann mißt man 75 cm<sup>3</sup> der Zuckerlösung in ein 100-cm<sup>3</sup>-Meßkölbchen, fügt 10 cm<sup>3</sup> Salzsäure (1,125) hinzu und erwärmt 2 Stdn. auf dem kochenden Wasserbad. Die Lösung wird mit Natronlauge genau neutralisiert, dann bestimmt man den Glucosegehalt. Die Glucosemenge wird mit 0,95 multipliziert und man zieht sodann die gefundene Maltose ab. Natürlich muß man bei der Berechnung berücksichtigen, daß 75 cm<sup>3</sup> der Zuckerlösung auf 100 cm<sup>3</sup> verdünnt wurden.

Eine andere Möglichkeit ist die, 100 cm<sup>3</sup> der Zuckerlösung auf dem Wasserbade bis zur Sirupdicke zu verdampfen und die Dextrine durch Zusatz von Alkohol zu fällen. Der Alkohol wird dekantiert, man fügt nochmals Alkohol hinzu und dekantiert wieder. Die zurückgebliebenen Dextrine werden mit destilliertem Wasser in ein 100-cm<sup>3</sup>-Meßkölbchen übergespült, worauf man 5 cm<sup>3</sup> Salzsäure (1,125) hinzufügt. Es wird wie vorher beschrieben invertiert und die Bestimmung durchgeführt.

6. Die Bestimmung der Maltose und der Dextrine im Getreide und im Malz. 25 g Feinmalz werden mit 1 l destilliertem Wasser im Schüttelapparat 1 Stde. durchgeschüttelt. Nachdem sich das Mehl in der Kälte abgesetzt hat, gießt man auf ein Faltenfilter und bestimmt in 25 cm<sup>3</sup> die Maltose. Zur Bestimmung der Dextrine erhitzt man vom obigen Kaltauszug 200 cm<sup>3</sup> mit 20 cm<sup>3</sup> 25proz. Salzsäure (1,125) 3 Stdn. lang. Nach dem Abkühlen neutralisiert man mit Natronlauge, füllt mit Wasser auf 200 cm<sup>3</sup> auf und benutzt zur Glucosebestimmung 25 cm<sup>3</sup> (= 20 cm<sup>3</sup> Kaltauszug) Zuckerlösung.

7. Die Bestimmung der Maltose und der Dextrine im Grünmalz. Man zerquetscht Grünmalz auf einer Fleischmühle und schüttelt vom zerquetschten Malz 25 g mit 1 l Wasser im Schüttel-

apparat. Die Bestimmung wird wie unter 3 vorgeschrieben durchgeführt.

8. Die Bestimmung der Maltose und der Dextrine in der Würze, im Dickextrakt und im Trockenextrakt. Man bestimmt zuerst im Vorversuch den ungefähren Zuckergehalt und verdünnt sodann (gewöhnlich 1 : 10) die Würze bis auf 1% (für die Bertrand-Methode bis auf 0,25—0,5%) Zuckergehalt. Die Dextrine bestimmt man nach der Inversion. Von den Dickextrakten und den Trockenextrakten bereitet man sich einfach eine 1proz. Lösung (für Bertrand 0,25—0,5proz.) und bestimmt in ihr den Zuckergehalt.

#### 4. Die Bestimmung des Stickstoffes (Eiweiß).

A. Nach Kjeldahl-Wilfarth. Erforderliche Lösungen und Substanzen:

1. Schwefelsäure: 3 Vol. konzentrierte Schwefelsäure und 2 Vol. rauchende Schwefelsäure. Oder 200 g Phosphorpenoxyd gelöst in 1 l konzentrierte Schwefelsäure. Oder 100 g Phosphorpenoxyd gelöst in 0,8 l konzentrierte Schwefelsäure und 0,2 l rauchende Schwefelsäure. Man kann auch nur konzentrierte Schwefelsäure verwenden, doch muß man in diesem Fall für jede Aufschließung unbedingt je 1 g Quecksilber hinzufügen. Diesen Quecksilberzusatz wird man zweckmäßig bei allen Schwefelsäuremischungen verwenden;

2. metallisches Quecksilber;

3. Natronlauge salpetersäurefrei von 1,35 spez. Gewicht (270 g Natriumhydroxyd im Liter);

4. Kaliumsulfidlösung: 40 g Kaliumsulfid ( $K_2S$ ) im Liter;

5. n/1 Schwefelsäure;

6. n/4 Natron oder Kalilauge;

7. Indikatorlösung:

Cochenillelösung: 6 g gepulverte Cochenille werden mit 500 cm<sup>3</sup> verdünntem Alkohol (300 g dest. Wasser + 200 cm<sup>3</sup> Alkohol) bei gewöhnlicher Temperatur einige Stunden unter Umrühren digeriert. Die Lösung wird vom unlöslichen Rückstand abfiltriert. Man kann auch einfach reine Carminsäure in verdünntem Alkohol (1 Vol. Alkohol + 3 Vol. Wasser) auflösen. Wird mit Säuren gelbrot, mit Alkalien violettcarminrot.

Luteollösung (Chloroxydiphenylchinoxalin): es gelangt eine 0,2proz. alkoholische Luteollösung nach Autenrieth zur Anwendung. Auf 50 cm<sup>3</sup> Flüssigkeit verwendet man 4—5 Tropfen des Indikators. Wird von Alkali gelb.

Man wägt 1,5—2, g Getreideschrot (oder Extrakt, Würze usw.) in Mengen je nach dem Stickstoffgehalt ab, füllt es in den trockenen Kjel-

dahl-Kolben mit Fülltrichter, so daß nur wenig im Halse des Kolbens haften bleibt. Man gibt nun 20 cm<sup>3</sup> Schwefelsäuremischung und 1 g Quecksilber in den Kolben und spült dabei den Hals gut ab. Man schüttelt den Kolbeninhalt gut durch, um das Schrot vollkommen mit der Schwefelsäure zu benetzen. Es ist auch zweckmäßig, den Kolben eine Viertelstunde vor dem Erhitzen stehenzulassen. Man erhitzt zuerst mit kleiner Flamme auf einem Drahtnetz ( $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$  Stde.) und vergrößert dann die Flamme allmählich. Die Erhitzung wird so lange fortgesetzt, bis die Schwefelsäure farblos geworden ist (2—3 Stdn.). Nach dem Abkühlen wird die Schwefelsäure auf 250 cm<sup>3</sup> verdünnt. Die spätere Destillation kann aus dem Zerstörungskolben erfolgen, oder aber man spült die Schwefelsäure unter Verdünnen auf 250 cm<sup>3</sup> in einen Erlenmeyer-Kolben über. Hat sich die Flüssigkeit abgekühlt, so fügt man rasch 80 cm<sup>3</sup> Natronlauge, 25 cm<sup>3</sup> Kaliumsulfidlösung und einige Zinkstückchen und Bimssteine zur Verhinderung des Stoßens hinzu und destilliert dann das freigewordene Ammoniak, welches in einem 10 bis 20 cm<sup>3</sup> n/1 Schwefelsäure und ca. 80 cm<sup>3</sup> Wasser enthaltenden Erlenmeyer-Kolben (450—500 cm<sup>3</sup>) aufgefangen wird. Sind ungefähr 100—150 cm<sup>3</sup> Flüssigkeit überdestilliert, so spült man das Destillationsrohr mit destilliertem Wasser ab und titriert die nicht abgebundene Schwefelsäure mit n/4 Natron oder Kalilauge zurück. Durch Subtraktion gewinnt man die vom Ammoniak abgebundene Schwefelsäure. 1 cm<sup>3</sup> n/1 Schwefelsäure entspricht 0,014 g Stickstoff. Durch Multiplikation mit 6,25 erhält man die Eiweißmenge.

B. Nach Gunning-Altenberg: Die abgewogene Substanz wird mit 20 cm<sup>3</sup> Schwefelsäure unter Zusatz von 1 g Quecksilber 15 Min. bis zur Auflösung erhitzt. Nachdem 15 g Kaliumsulfat hinzugefügt wurde, erhitzt man die Schwefelsäure bis zur Farblosigkeit. Man verfährt nun wie unter A beschrieben ist.

C. Die Bestimmung des Gesamteiweißgehaltes. Diese erfolgt nach einer der vorher beschriebenen Methoden in der vorhandenen Substanz und wird Rohprotein genannt. Im Rohprotein sind inbegriffen: Reinprotein, Amin-Amide und Peptone.

D. Die Bestimmung des Reinproteins nach Schjerning. Erforderliche Lösungen:

1. Eine gesättigte Uranacetatlösung (pro analysi, frei von basischem Salz);

2. Magnesiamilch: 11 g Magnesiumoxyd in 2 l Wasser.

0,5—0,1 g der genau abgewogenen Substanz werden in einem Becherglas mit 100 cm<sup>3</sup> Wasser versetzt und bis 20 Stdn. bei Zimmertemperatur unter wiederholtem Umrühren stehengelassen; man bringt dann das Glas mit Inhalt in ein Wasserbad, erwärmt auf 50° und setzt 20—40 cm<sup>3</sup> der Uranacetatlösung hinzu; unter Umrühren mit einem

Glasstabe läßt man das Becherglas noch eine halbe Stunde bei 50° im Wasserbade stehen, dann sammelt man den Niederschlag auf einen 11 cm<sup>2</sup> großen Filter und wäscht ihn 2 oder 3 mal mit einer kalten Uranacetatlösung von 1—2% aus (Filtrat messen!). Das Filter mit Rückstand bringt man in den Zerstörungskolben nach Kjeldahl, gibt 50 cm<sup>3</sup> der Magnesiamilch hinzu, kocht auf, dampft auf einer Asbestplatte über kleiner Gasflamme nicht ganz bis zur Trockne ein und behandelt den Kolbeninhalt weiter nach Kjeldahl. Für die Löslichkeit der Uranfällung läßt Schjernerling für je 100 cm<sup>3</sup> Filtrat und Waschflüssigkeit 0,1 cm<sup>3</sup> n/10 Säure zu den verbrauchten hinzurechnen.

E. Die Bestimmung des Pepton- und Amidstickstoffes. Das Filtrat der Reinproteinbestimmung dampft man auf 60—70 cm<sup>3</sup> ein, setzt 15 cm<sup>3</sup> einer 20proz. Salzsäure hinzu und fällt mit phosphorwolframsaurem Natrium. Der abfiltrierte Niederschlag wird mit verdünnter Phosphorwolframsäurelösung (1 Teil konzentrierte Lösung + 5 Teile Wasser) gewaschen und getrocknet. Man bestimmt den Stickstoffgehalt des Niederschlages. Zieht man den so erhaltenen Peptonstickstoff und den Reinproteinstickstoff vom Gesamtstickstoff ab, so erhält man als Differenz den Amidstickstoff.

F. Die Bestimmung der wasserlöslichen Eiweißstoffe nach F. J. Neumann. Die vorgeschriebene Konzentration und Dauer des Ausziehens ist der peptolytischen Enzyme wegen genau einzuhalten. 40 g Getreide- (Malz-) Mehl werden mit 800 cm<sup>3</sup> Wasser klumpenfrei vermischt. Man läßt das Gemisch unter häufigem Umrühren 2 Stdn. stehen, gießt auf ein Faltenfilter. 200 cm<sup>3</sup> des Filtrates werden mit 12,5 cm<sup>3</sup> Schwefelsäure rasch verdampft, bis Schwefelsäuredämpfe auftreten. Man fügt dann noch 12,5 cm<sup>3</sup> Schwefelsäure hinzu und bestimmt den Stickstoffgehalt nach Kjeldahl. Weitere 200 cm<sup>3</sup> des Filtrates werden eine halbe Stunde gekocht. Die koagulierten Eiweißstoffe werden abfiltriert. Das Filter wird mit dem Niederschlag zusammen nach Kjeldahl verbrannt, wobei man den wasserlöslichen koagulierbaren Stickstoffgehalt erhält. Zieht man diesen vom gesamten wasserlöslichen Stickstoff ab, so erhält man den wasserlöslichen nicht koagulierbaren Stickstoff. Durch Multiplikation mit 6,25 erhält man die entsprechenden Eiweißmengen.

## 5. Die Formoltitration.

### a) Die Vorbereitung des Getreides und Malzes.

40 g Feinmehl oder zerquetschter Grünmalz werden mit 75 cm<sup>3</sup> 96proz. Alkohol im Maischbecher eingeteigt und unter öfterem Rühren solange (etwa eine halbe Stunde) bei 85° im Wasserbade erwärmt, bis der größte Teil des Alkohols verflüchtigt und eine krümelige Masse ent-

standen ist. Bei Grünmalz wird dies nochmals wiederholt. Das Wasserbad wird nun zum Sieden erhitzt, und man beläßt den Maischbecher so lange darin, bis der Alkoholgeruch ganz verschwunden ist. Der Rückstand wird nun mit ungefähr  $150\text{ cm}^3$  Wasser von Zimmertemperatur eingeteigt und unter öfterem Umrühren 5 Stdn. bei Zimmertemperatur stehengelassen. Nach dem Aufwägen mit Wasser auf 240 g wird filtriert. Zu  $75\text{ cm}^3$  des Auszuges setzt man in einen  $100\text{-cm}^3$ -Meßkölbchen 2 g krystallisiertes Bariumchlorid, und nach dessen Lösung gesättigte Barytlauge bis zur deutlichen lackmusalkalischen Reaktion zu und füllt dann bis zur Marke auf. Die filtrierte Lösung ( $20\text{ cm}^3$ ) wird zur Titration verwendet.

#### b) Die Vorbereitung der Würzen und der Dick- (Trocken-) Extrakte.

Die zu verwendenden Mengen lassen sich nicht angeben, es müssen sich diese aus den Vorproben ergeben. Die Würzen können unmittelbar zur Titration verwendet werden. Von den Dick- oder Trockenextrakten bereitet man sich eine 10proz. Lösung. Man nimmt von den Würzen oder den 10proz. Lösungen  $75\text{ cm}^3$  und erhitzt diese in einem  $100\text{-cm}^3$ -Meßkölbchen für 10 Min. in siedendem Wasser, um die koagulierbaren Eiweißstoffe abzuscheiden und die Enzymtätigkeit zu unterbrechen. Nach dem Abkühlen fügt man, wie unter a beschrieben wurde, 2 g krystallisiertes Bariumchlorid und Barytlauge hinzu und verfährt genau wie dort.

#### c) Die Titration.

Die für die Bestimmung erforderlichen Lösungen sind:

1. Eine  $n/5$  Lösung von Natriumhydroxyd oder Bariumhydroxyd. Die Anwendung einer schwächeren Lösung ergibt ungenaue Werte.

2. Eine  $n/5$  Lösung von Salzsäure.

3. Eine Lösung von  $0,5\text{ g}$  Phenolphthalein in  $50\text{ cm}^3$  Alkohol +  $50\text{ cm}^3$  Wasser.

4. Eine Formollösung. Man bereitet zu jeder Bestimmungsreihe eine frische Lösung, und zwar setzt man zu  $20\text{ cm}^3$  30—40proz. käufliches Formol (Formalin)  $1\text{ cm}^3$  Phenolphthaleinlösung und neutralisiert mit der  $n/5$  Lauge bis zum ganz schwachen Rosafarbtönen.

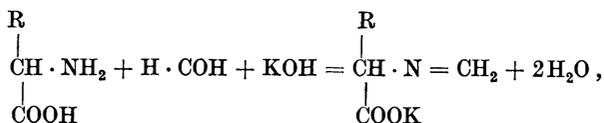
Zur Titration verwendet man  $20\text{ cm}^3$  Flüssigkeit, welche am besten ungefähr  $n/10$  in bezug auf Stickstoff ist. Um den Endpunkt der Titrierung scharf zu erkennen, benützt man eine Vergleichslösung, deren Erzeugung die folgende ist:  $10\text{ cm}^3$  der Formollösung werden zu  $20\text{ cm}^3$  ausgekochtem destilliertem Wasser zugesetzt und fügt danach ungefähr  $5\text{ cm}^3$  Natronlauge dazu. Man titriert nun die Lösung mit  $n/5$  Salzsäure zurück, bis die Flüssigkeit einen schwachen Rosafarbtönen aufweist

( $p_H = 8,3$ , erstes Stadium der Titration). Nun setzt man einen Tropfen der  $n/5$  Lauge hinzu, wodurch die Farbe deutlich rot wird ( $p_H = 8,8$ , zweites Stadium).

Die Titration selbst wird folgend durchgeführt: Man setzt zu  $20 \text{ cm}^3$  der zu prüfenden Lösung  $10 \text{ cm}^3$  Formollösung und so viel  $n/5$  Lauge, bis die Färbung der Flüssigkeit stärker als die der Vergleichslösung geworden ist. Nun tröpfelt man so lange  $n/5$  Salzsäure dazu, bis die Färbung etwas schwächer als die der Vergleichslösung erscheint, worauf man nun endlich durch Zusatz von Lauge genau auf den Farbton der Vergleichslösung einstellt. Man hat dadurch das zweite Stadium der Titration erreicht. Durch Zufügung von 2 Tropfen Lauge zur Vergleichslösung erhält diese eine stark rote Farbe ( $p_H = 9,1$ , drittes Stadium). Gleichzeitig wird auch die Titration durch Zusatz von Lauge beendet, indem man auf das dritte Stadium einstellt.

An Stelle des Phenolphthaleins kann man auch vorteilhaft Thymolphthalein als Indikator gebrauchen, zu welchem Zwecke man  $0,5 \text{ g}$  Thymolphthalein in  $1 \text{ l}$  93proz. Alkohol löst. Die Zusammensetzung der Formollösung ist auch etwas abweichend, indem man zu  $50 \text{ cm}^3$  Formol  $25 \text{ cm}^3$  abs. Alkohol,  $5 \text{ cm}^3$  Thymolphthaleinlösung und  $n/5$  Lauge bis zum schwach grünlichen oder bläulichen Farbton zufügt. Die Kontrolllösung besteht aus  $20 \text{ cm}^3$  ausgekochtem destilliertem Wasser,  $15 \text{ cm}^3$  Formollösung und ungefähr aus  $7,5 \text{ cm}^3$  Lauge. Man titriert nach dem Zusatz des Indikators mit  $n/5$  Salzsäure zurück, bis die Lösung bläulich opaleszierend ist. Man fügt nun 2 Tropfen Lauge hinzu, wodurch die Lösung eine deutliche blaue Farbe annimmt. Durch noch weitere 2 Tropfen Lauge entsteht eine stark blaue Farbe ( $p_H = 9,45$ ). Die Titration wird bis zu dieser letzten Farbe ausgeführt. Man fügt zu  $20 \text{ cm}^3$  der zu prüfenden Lösung  $15 \text{ cm}^3$  Formollösung, setzt dann soviel Lauge dazu, daß die Farbe nach dem Zusatz des Indikators etwas stärker ist als die Vergleichslösung. Man titriert nun mit Salzsäure zurück, bis die Farbe etwas schwächer als die der Vergleichslösung ist und erreicht dann die Farbe der Vergleichslösung durch neuerlichen Zusatz von Lauge.

Die Berechnung des Stickstoffs erfolgt auf Grund folgender Gleichung



d. h.  $1 \text{ cm}^3$   $n/5$  Lauge =  $2,8 \text{ mg}$  Stickstoff.

## 6. Die Fettbestimmung.

A.  $5\text{--}10 \text{ g}$  Feinmehl werden mit Petroläther oder wasserfreiem Äther im Soxhlet-Apparat 6 Stdn. extrahiert. Den Kolbenrückstand trocknet.

man bei 105° 1—2 Stdn. im Trockenschrank. Das Ätherextrakt ist etwas höher als das Petrolätherextrakt.

B. Nach Spaeth werden 50 g Mehl 3—4 Stdn. im Exsiccator über Phosphorpenoxyd-Schwefelsäure getrocknet. Das getrocknete Mehl schüttelt man in einem engen Cylinder mit 150 cm<sup>3</sup> leicht siedendem Petroläther mehrere Minuten tüchtig zusammen und läßt über Nacht stehen. Man pipettiert 50 cm<sup>3</sup> Petrolätherlösung in ein gewogenes Kölbchen ab und wägt nach Verdunsten und Trocknen bei 105°.

## 7. Die Bestimmung des Lecithins.

15—20 g Feinmehl werden im Exsiccator vorgetrocknet und zuerst mit wasserfreiem Äther extrahiert. Der Rest wird dann noch mit abs. Alkohol 2mal 1 Stde. lang ausgekocht. Das Äther- und das Alkohol-extrakt werden vereinigt und verdunstet. Der Rückstand wird mit wasserfreier Soda und Natriumnitrat vermischt und verascht. In der Asche bestimmt man die Phosphorsäure (s. Bestimmung der Asche und der Phosphorsäure), welche mit 11,37 multipliziert den Lecithingehalt gibt. Im so bestimmten Lecithin wurden auch sonstige Phosphorsubstanzen, wie Kephalin, mitbestimmt.

## 8. Die Bestimmung der Asche.

Das Feinmehl oder das Trockenextrakt wird in eine flache Platinschale oder in ein Glühschälchen aus Porzellan gewogen. Die Veraschung muß langsam, im Beginn mit ganz kleiner Flamme, nur den Schalenrand erhitzend, erfolgen, da das Mehl leicht verspritzt. Je langsamer verascht wird, um so schöner weiß wird die Asche. Ein starkes Glühen ist zu vermeiden, da einerseits die Alkalichloride, -carbonate und -phosphate schmelzen, die unverbrannten Kohlenteile umhüllen und so das Verbrennen verhindern, andererseits verflüchtigen sich leicht die Chloride. Die sauren Phosphate aber, wie sie im Getreide und Malz vorhanden sind, werden von der Kohle zu Phosphor reduziert, welcher sich dann verflüchtigt. Sollte die Asche nicht kohlenfrei werden, so kann man verschiedene Verfahren verfolgen. 1. Die nach mäßigem Erhitzen noch vorhandene Kohle wird mit heißem Wasser ausgelaugt und durch ein Filter mit bekanntem Aschengehalt abfiltriert. Der Filtrerrückstand wird samt dem Filter in der Schale getrocknet und verascht, die Kohle verbrennt hierbei vollkommen. Jetzt setzt man das Filtrat zu, verdampft vorsichtig und glüht kurze Zeit schwach. 2. Die noch Kohle enthaltende Asche wird mit Wasserstoffsperoxyd befeuchtet, vorsichtig verdampft und schwach geglüht. 3. Der Rückstand wird mit einer dünnen Ammoniumnitratlösung befeuchtet, vorsichtig getrocknet und langsam ausgeglüht (vorsichtig, wegen Verspritzen).

Die so erhaltene Asche ist die Rohasche. Zieht man von dieser das unlösliche bzw. das in Salzsäure unlösliche ab, so gewinnt man die Reinasche. Die gewogene Gesamtasche erwärmt man in der Schale 1 Stde. mit 10proz. Salzsäure auf dem Wasserbade, filtriert ab, wäscht die Schale und das Filter gut aus, verascht das Filter nach dem Trocknen und wägt. Die gewogene Menge wird auf Prozente umgerechnet und von den Aschenprozenten in Abzug gebracht.

Die Würzen müssen zwecks Veraschung zuerst auf dem Wasserbade verdampft und dann im Trockenschrank getrocknet werden. Die Dickextrakte werden ebenfalls vorgetrocknet.

## 9. Die Bestimmung der Phosphorsäure in der Asche.

Erforderliche Lösungen:

1. Molybdänlösung nach Wagner-Stutzer: Man löst 150 g kristallisiertes Ammoniummolybdänat und 400 g Ammoniumnitrat in wenig Wasser und verdünnt dann auf 1 l. Die Lösung wird zu 1 l Salpetersäure von 1,20 spez. Gewicht gegossen. Man läßt das Gemisch bei 35° 24 Stdn. stehen und filtriert.

2. Ammoniumnitratlösung: 150 g Ammoniumnitrat werden mit 10 cm<sup>3</sup> Salpetersäure (1,19—1,20 spez. Gewicht) und Wasser gelöst, und die Lösung wird auf 1 l aufgefüllt.

3. Ammoniumchloridlösung: 1 Teil NH<sub>4</sub>Cl und 8 Teile Wasser.

4. Ammoniaklösung mit 2,5% NH<sub>3</sub>-Gehalt. Wird durch Verdünnen von 1 Teil 10proz. Ammoniak mit 3 Teile Wasser erzeugt.

5. Magnesiamischung: 55 g kristallisiertes Magnesiumchlorid, 70 g Ammoniumchlorid, 350 cm<sup>3</sup> 10proz. Ammoniak, 650 cm<sup>3</sup> Wasser.

5—10 g Feinmehl oder Extrakt werden mit einer Natriumcarbonatlösung (50 g im Liter) und einigen Tropfen 10proz. Natronlauge gut durchfeuchtet bzw. vermischt. Nachdem das Gemisch auf dem Wasserbade getrocknet wurde, verascht man (s. Aschenbestimmung). Die weiße Asche wird mit Wasser und Salpetersäure befeuchtet bzw. gelöst. Man verdampft auf dem Wasserbade, befeuchtet wiederholt mit Salpetersäure, verdampft bis zur völligen Trockne, um die Pyrophosphorsäure in Phosphorsäure zu verwandeln. Dieses Abdampfen mit Salpetersäure erfolgt wegen der Chloride am besten in einer Porzellanschale (nicht in Platin). Man löst nun die Asche endgültig in heißem Wasser, säuert mit Salpetersäure an und filtriert. Das Filter und die Schale werden gut nachgewaschen. Zur klaren Lösung setzt man in einem Becherglase 100 cm<sup>3</sup> der Molybdänlösung (auf 0,1 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 50 cm<sup>3</sup> Lösung). Man läßt das Gemisch bei 70—80° im Wasserbade 3 Stdn. lang stehen und filtriert vom entstandenen gelben Niederschlag ab. Der Niederschlag soll nicht ganz auf das Filter gebracht werden, man wäscht ihn mit der Ammonium-

nitratlösung durch Dekantierung. Das Becherglas wird mit dem Niederschlag unter das Filter gestellt, und man wäscht das Filter mit der Ammoniaklösung, bis der Niederschlag sowohl auf dem Filter als im Becherglas gelöst ist. Jetzt wäscht man das Filter nochmals mehrere Male mit der Ammoniaklösung und mit heißem Wasser. Das klare Filtrat soll mit der Waschflüssigkeit zusammen ca. 70 cm<sup>3</sup> betragen. Man setzt 15 cm<sup>3</sup> Ammoniumchloridlösung und 6—8 cm<sup>3</sup> Ammoniak (spez. Gew. 0,925) hinzu. Nach dem Erkalten tröpfelt man zur Lösung unter ständigem Umrühren 20 cm<sup>3</sup> der Magnesiamischung (auf 0,1 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 10 cm<sup>3</sup>), sodann fügt man noch ein Viertel der Flüssigkeit an Ammoniak (0,925) hinzu (20 cm<sup>3</sup>). Man läßt das ganze Gemisch 4 Stdn. stehen, bringt dann den Niederschlag auf ein Filter, wäscht mit der Ammoniaklösung, bis die Chlorreaktion verschwunden ist. Das getrocknete Filter wird verascht. Nach dem Erkalten befeuchtet man den Rückstand mit Salpetersäure, verdampft diese vorsichtig und glüht dann 5 Min. im Gebläse. Die Phosphorsäure wird als Magnesiumpyrophosphat gewogen. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,6376 · Mg<sub>2</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>.

### 10. Die Bestimmung der Acidität.

#### a) Die ursprüngliche Acidität im Getreide und Malz nach Lüers-Adler.

Man feuchtet 40 g Feinmehl in einem Maischbecher mit 40—50 cm<sup>3</sup> neutralisiertem 96proz. Alkohol, bringt den Becher in ein auf 78—80° erhitztes Wasserbad und beläßt ihn hier, bis die Masse eine schwer knetbare teigige Beschaffenheit angenommen hat (bei Malz etwa 20 Min., bei Gerste etwa 30 Min.). Nach dem Abkühlen rührt man 150 cm<sup>3</sup> dest. Wasser und 10 Tropfen Toluol zu; das Gemisch bleibt 3 Stdn. bei Zimmertemperatur stehen. Die Mischung wird zum Gewicht von 240 g aufgefüllt und auf ein Faltenfilter gegossen. Man gießt das Filtrat so lange auf das Filter zurück, als es noch opalisiert. Vom Filtrat werden 50 cm<sup>3</sup> zur Titration mit n/10 Natronlauge und Phenolphthalein verwendet. Die Titration erfolgt am besten unter Verwendung des Acidimeters von H. Lüers (und von F. Hellige & Cie. in Freiburg i. Br. geliefert). Die Acidität wird auf Milchsäure berechnet: 1 cm<sup>3</sup> n/10 NaOH = 0,009 g Milchsäure.

#### b) Die Gesamtacidität in Malz- und Getreideauszügen nach Lüers und Adler.

Bei der Bereitung der Auszüge vergrößert sich unter Einfluß der Enzyme die ursprüngliche Acidität, und zwar werden Aminosäuren aus Eiweiß (Peptase) und hauptsächlich saure Phosphate aus Phytin (Phytase), Phosphatiden, Glucophosphate usw. gebildet. Die Hauptbe-

deutung kommt den Phosphorverbindungen und den phosphatebildenden Enzymen (Phosphatasen) zu.

40 g Feinmehl werden mit 150 cm<sup>3</sup> dest. Wasser von 53° C eingemaischt, mit 0,5 cm<sup>3</sup> Toluol versetzt und in einem Maischbad von genau 53° C unter ständigem Rühren 3 Stdn. extrahiert. Nach dem Abkühlen ergänzt man den Inhalt mit Wasser auf 240 g. 50 cm<sup>3</sup> des Filtrates werden nach a) titriert. Die Säuremenge berechnet sich auf Milchsäure, wie unter a), oder aber auf Normalsäure für 100 g Trockensubstanz nach Formel

$$Sr = \frac{100 - 0,2 w}{100 - w} m.$$

$Sr$  = Kubikzentimeter Normalsäure für 100 g Trockensubstanz,

$m$  = verbrauchte Anzahl von Kubikzentimeter n/10 Lauge,

$w$  = Gramme Wasser in 100 g Substanz (Wassergehaltprozente).

c) Die Acidität der Würzen, der Dickextrakte und der Trockenextrakte.

Die Würzen werden unverdünnt titriert, während man aus den Dick- und Trockenextrakten eine etwa 10proz. Lösung bereitet und diese (100 cm<sup>3</sup>) nach a) titriert.

## 11. Die Wasserstoffionenkonzentration.

Die Bestimmung des Säuregrades nach den vorher angeführten Methoden gibt keine richtigen Werte, da das vorhandene Medium (Eiweiß, Phosphate) den wahren Säuregrad stark abändert, und obwohl die vorhandenen Säuren mit Alkali titrierbar sind, entsprechen die gefundenen nicht den tatsächlich vorhandenen Säuremengen, da einerseits ihre Dissoziation zurückgedrängt sein kann, und andererseits können die Säuren schwach abgebunden sein. Den richtigen Aufschluß über den Säuregrad kann nur die Wasserstoffionenkonzentration geben.

Gemäß des Massenwirkungsgesetzes besteht folgender Zusammenhang zwischen der Konzentration der Wasserstoffionen, der Hydroxylionen und des undissoziierten Wassers:

$$\frac{C_{\text{H}^+} \cdot C_{\text{OH}^-}}{C_{\text{H}_2\text{O}}} = \text{konst.}$$

Bei verdünnten Lösungen ist  $C_{\text{H}_2\text{O}}$  konstant, so daß

$$C_{\text{H}^+} \cdot C_{\text{OH}^-}$$

ebenfalls konstant, und zwar für reines Wasser bei 18° C nach Sørensen  $0,72 \times 10^{-14} = 10^{-14,14}$  ist. Um den Zustand einer Flüssigkeit zu

charakterisieren, kann man sowohl  $C_{\text{H}^+}$  als auch  $C_{\text{OH}^-}$  bestimmen, doch läßt sich  $C_{\text{H}^+}$  viel bequemer messen. An Stelle von  $C_{\text{H}^+}$  hat Sörensen den negativen Logarithmus von  $C_{\text{H}^+}$  eingeführt:

$$p_{\text{H}} = -\log c_{\text{H}}.$$

Zur Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration stehen mehrere Methoden zur Verfügung. Sie können in 2 Gruppen geteilt werden: 1. elektrometrische und 2. colorimetrische Methoden.

Die elektrometrische Methode liefert die genauesten und die sichersten Werte, doch erfordert sie eine kostspielige Apparatur und ist ziemlich umständlich auszuführen, weshalb für Betriebszwecke nur die colorimetrische Methode verwendet wird, welche zwar weniger genaue Werte liefert, doch läßt sich die Bestimmung schnell und bequem durchführen. Es soll hier nur die colorimetrische Methode besprochen werden.

Die Grundlage der colorimetrischen Methode ist, daß man bestrebt ist, eine Vergleichslösung von bekannter Wasserstoffionenkonzentration zu erzeugen, welche mit einem Indikator denselben Farbton gibt wie die unbekannte Lösung. Zu diesem Zwecke muß man Grundsubstanzen besitzen, durch deren Mischung in verschiedenen Verhältnissen die verschiedenen Werte für Wasserstoffionenkonzentration gewinnbar sind. Diese Grundsubstanzen sind die Puffer. Die Wasserstoffionenkonzentration dieser Puffermischungen werden auf elektrometrischem Wege genau bestimmt. Außerdem muß man eine Reihe von Indikatoren besitzen, welche für die verschiedensten Wasserstoffionenkonzentrationen entsprechende Farbtöne liefern.

Die praktische Durchführung der  $p_{\text{H}}$ -Bestimmung gestaltet sich also folgend: Man bestimmt zuerst die ungefähre Wasserstoffionenkonzentration der vorliegenden Flüssigkeit, durch Zusatz verschiedener Indikatoren. Es ist bekannt, daß ein jeder Indikator nur in einem bestimmten  $p_{\text{H}}$ -Bereich seine Farbe wechselt und daher eben nur in diesem Bereiche zu Messungen geeignet ist. Ein jeder Indikator schlägt innerhalb einer anderen  $p_{\text{H}}$ -Grenze um. Diese  $p_{\text{H}}$ -Grenze kann auf elektrometrischem Wege genau bestimmt werden. Hat man die ungefähre Wasserstoffionenkonzentration gefunden, so kann der geeignetste Indikator gewählt werden. Nun muß man von den Puffern Mischungen für die verschiedenen  $p_{\text{H}}$ -Werte, welche im Bereich des gewählten Indikators liegen, erzeugen. Diesen Pufferlösungen setzt man denselben Indikator zu und vergleicht die entstandenen Farben mit der Farbe der zu untersuchenden Lösung. Man wird leicht 2 Puffermischungen finden, zwischen deren Farbton die Farbe der Versuchslösung liegt. Dadurch hat man nun eine engere  $p_{\text{H}}$ -Grenze gewonnen. Will man die Wasserstoffionenkonzentration noch genauer bestimmen, so erzeugt man noch Puffermischungen, deren Wasserstoffionenkonzentration innerhalb der oben

gefundenen Grenzen liegt. Man kann also dieserart die gesuchte Wasserstoffionenkonzentration durch stets enger werdende Grenzen bestimmen.

Der Vergleich der Farben kann in jedwelchem Colorimeter erfolgen, doch wird man am zweckmäßigsten einen gewöhnlichen Ständer verwenden, auf welchem die Versuchslösung und die Puffermischungen, in Reagenzgläser gefüllt, untergebracht werden. Unter den Reagenzgläsern ist ein weißer Papierstreifen, wodurch die Farben leichter beurteilt werden können. Diese einfache Anordnung genügt vollkommen und ist auch besser geeignet als ein sonstiges Colorimeter, da in diesem die Versuchslösung nur jeweils mit einer anderen Vergleichslösung verglichen werden kann. Sehr brauchbar ist der Michaelis-Komparator (S. 343).

Die colorimetrische Methode leistet dann das Beste, wenn die Versuchslösungen ebenso farblos und vollkommen klar sind wie die Puffermischungen. Ist dies nicht der Fall, so lassen sich die Farbtöne nicht vergleichen und es unterlaufen beträchtliche Fehler. Um diese Fehlerquellen zu umgehen, färbt man die Pufferlösungen auf denselben Farbenton, welche die Versuchslösung besitzt. Die Malzauszüge (Würzen) können auch ohne nennenswerte Fehler mit dest. Wasser verdünnt werden, da diese gut gepufferte Lösungen sind und ihre Wasserstoffionenkonzentration beim Verdünnen nur ganz unerheblich ändern. Das Färben wird man wohl nach einigem Probieren mit Bismarckbraun, Tropäolin, Methylorange usw. erreichen können. Sind die Lösungen trübe, so kann man die Versuchslösung mit frisch gefälltem Bariumsulfat (durch Zusatz von  $n/10$   $K_2SO_4$  und  $n/10$   $BaCl_2$ ) trüben. Am zweckmäßigsten ist es aber, die Lösungen abzuzentrifugieren.

Es wurde von den verschiedenen Autoren eine ganze Reihe von Indikatoren und Puffern zur Wasserstoffionenkonzentrationsbestimmung empfohlen, von welchen hier die wichtigsten angeführt werden.

#### a) Die Indikatoren nach Sørensen.

Name des Indikators	anwendbar für $p_H$
„Methylviolett“ 6 B extra . . . . .	0,1— 3,2
m-Benzolsulfosäure-azo-diphenylamin (Metanilgelb extra) . . .	1,2— 2,3
p-Benzolsulfosäure-azo-dimethyl-anilin („Methylorange“) . . .	3,1— 4,4
Methylrot, p-Dimethylaminoazobenzol-o-carbonsäure (nach Palitzsch) . . . . .	4,2— 6,3
p-Nitrophenol . . . . .	4,0— 6,4
Neutralrot . . . . .	6,5— 8,0
$\alpha$ -Naphtholphthalein (nach Sørensen und Palitzsch) . . .	7,3— 8,7
Phenolphthalein . . . . .	8,3—10,0
Thymolphthalein . . . . .	9,3—10,5
p-Nitrobenzol-azo-salicylsäure (Alizarin gelb R) . . . . .	10,1—12,1
p-Benzolsulfosäure-azoresorcin (Tropäolin O) . . . . .	11,1—12,7

## b) Die Indikatoren von M. W. Clark und Lubs.

Name des Indikators	$p_H$ -Gebiet	Farben-	Konzentra- tion der an- zuwendenden alkoh. Lösungen %
		umschlag sauer-alk.	
1. Thymolsulphthalein (Thymolblau) . .	1,2—2,8	rot-gelb	0,04
2. Tetrabromphenolsulphthalein (Bromphenolblau) . . . . .	3,0—4,6	gelb-blau	0,04
3. o-Carboxybenzol-azodimethylanilin (Methylrot) . . . . .	4,4—6,0	rot-gelb	0,02
4. Dibrom-o-kresolsulphthalein (Bromkresolpurpur) . . . . .	5,2—6,8	gelb-purpur	0,04
5. Dibrom-thymolsulphthalein (Bromthymolblau) . . . . .	6,0—7,6	gelb-blau	0,04
6. Phenol-sulphthalein (Phenolrot) . . . .	6,8—8,4	gelb-rot	0,02
7. o-Kresol-sulphthalein (Kresolrot) . . . .	7,2—8,8	gelb-rot	0,02
8. Thymolsulphthalein (Thymolblau), identisch mit 1 . . . . .	8,0—9,6	gelb-blau	0,04
9. o-Kresolphthalein (Kresolphthalein) . .	8,2—9,8	farblos-rot	0,02

## c) Die Indikatoren von L. Michaelis.

Name des Indikators	Anwendbarkeit für $p_H$	Farbenumschlag alk.-sauer
$\beta$ -Dinitrophenol . . . . .	2,4— 3,5	gelb-farblos
$\alpha$ -Dinitrophenol . . . . .	2,8— 4,4	gelb-farblos
$\gamma$ -Dinitrophenol . . . . .	4,0— 5,4	gelb-farblos
p-Nitrophenol . . . . .	5,4— 7,0	gelb-farblos
m-Nitrophenol . . . . .	6,8— 8,4	gelb-farblos
Phenolphthalein . . . . .	8,4—10,3	rot-farblos
m-Nitrobenzol-azosalicylsäure (Alizarin-gelb GG, Salicylgelb) . . . . .	10,2—12,0	gelb-fast farblos

## d) Herstellung von Pufferlösungen nach Sørensen.

## Stammlösungen:

1. „Primäres Phosphat“:  $\frac{1}{15}$  mol. 9,078 g „(primäres) Kaliumphosphat zu Enzymstudien nach Sørensen“ auf 1 l  $CO_2$ -freies Wasser.
2. „Sekundäres Phosphat“:  $\frac{1}{15}$  mol. 11,876 g „(sekundäres) Natriumphosphat nach Sørensen“ auf 1 l  $CO_2$ -freies Wasser gelöst.
3. „Glykokoll“: 7,505 g Glykokoll und 5,85 NaCl auf 1 l Wasser.
4. „Salzsäure“: 0,1 normale HCl.
5. „Natron“: 0,1 normale NaOH,  $CO_2$ -frei.
6. „Citrat“ sekundär: 21,008 g Zitronensäure, 200 cm<sup>3</sup> n/1 NaOH auf 1 l.
7. „Borat“: 0,2 mol. (12,404 g) Borsäure, 100 cm<sup>3</sup> n/1 NaOH auf 1 l.

Durch Vermischung je zweier dieser Stammlösungen kann man jede Wasserstoffionenkonzentration zwischen 1 und 13 herstellen. Diese Wasserstoffionenkonzentration ergibt sich aus dem Diagramm von Sørensen<sup>1</sup> (das Diagramm ist auch als Wandtafel käuflich<sup>2</sup>) oder aus folgenden Tabellen:

<sup>1</sup> Biochem. Zeitschr. Bd. 21, S. 131, 1909; Michaelis, Praktikum der Physikal. Chemie, Berlin 1921.

<sup>2</sup> Julius Springer, Berlin.

Abgekürzte  $p_H$ -Tabellen für die Puffer von Sörensen.I.  $x$  cm<sup>3</sup> „Glykokoll“ + (10 -  $x$ ) cm<sup>3</sup> „Salzsäure“ ergeben:

$x$ :	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$p_H$ :	1,04	1,15	1,25	1,42	1,65	1,93	2,28	2,61	2,92	3,34

II.  $x$  cm<sup>3</sup> „Glykokoll“ + (10 -  $x$ ) cm<sup>3</sup> „NaOH“:

$x$ :	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$p_H$ :	13,07	12,97	12,86	12,67	12,40	11,31	10,14	9,71	9,36	8,93

III.  $x$  cm<sup>3</sup> „Citrat“ + (10 -  $x$ ) cm<sup>3</sup> „Salzsäure“:

$x$ :	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$p_H$ :	1,04	1,17	1,42	1,93	2,97	3,69	4,16	4,45	4,65	4,83	4,96

IV.  $x$  cm<sup>3</sup> „Citrat“ + (10 -  $x$ ) cm<sup>3</sup> „NaOH“:

$x$ :	5,25	5,5	6	7	8	9	10
$p_H$ :	6,68	6,33	5,97	5,57	5,31	5,11	4,96

V.  $x$  cm<sup>3</sup> „sek. Phosphat“ + (10 -  $x$ ) cm<sup>3</sup> „prim. Phosphat“:

$x$ :	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$p_H$ :	(4,53)	5,91	6,24	6,47	6,64	6,81	6,98	7,15	7,35	7,65	(8,30)

VI.  $x$  cm<sup>3</sup> „Borat“ + (10 -  $x$ ) cm<sup>3</sup> „HCl“:

$x$ :	5	6	7	8	9	10
$p_H$ :	6,55	8,29	8,68	8,91	9,09	9,24

VII.  $x$  cm<sup>3</sup> „Borat“ + (10 -  $x$ ) cm<sup>3</sup> „NaOH“:

$x$ :	5	6	7	8	9	10
$p_H$ :	11,08	9,97	9,68	9,50	9,36	9,21

## e) Der Acetatpuffer nach Michaelis

wird hergestellt, indem 10 cm<sup>3</sup>  $n$  Natriumacetatlösung (13,61 g auf 100 cm<sup>3</sup>) +  $x$  cm<sup>3</sup> Normaleessigsäure versetzt und auf 100 cm<sup>3</sup> mit Wasser aufgefüllt werden. Dann ist:

$$p_H = 5,62 - \log x.$$

Füllt man 1 cm<sup>3</sup>  $n$  Natriumacetat +  $x$  cm<sup>3</sup> Normaleessigsäure auf 100 cm<sup>3</sup> auf, so ist

$$p_H = 4,62 - \log x.$$

## f) Die Pufferlösungen nach M. W. Clark

gehen von folgenden Stammlösungen aus:

1. m/5 primäres Kaliumphthalat (40,8284 g auf 1 l).
2. m/5 Borsäure + m/5 KCl (12,4048 g Borsäure + 14,912 g KCl auf 1 l).
3. m/5 Natriumhydroxyd CO<sub>2</sub>-frei.
4. m/5 Salzsäure.
5. m/5 Kaliumphosphat, primär (27,232 g auf 1 l).

Mit diesen Lösungen kann man jede Wasserstoffionenkonzentration zwischen 1,2 und 100 herstellen nach folgenden Tabellen:

I. 50 cm<sup>3</sup> m/5 primäres Kaliumphthalat +  $x$  cm<sup>3</sup> m/5 HCl mit H<sub>2</sub>O aufgefüllt auf 200 cm<sup>3</sup> ergeben:

$x$ :	46,7	39,6	32,95	26,42	20,32	14,7	9,9	5,97	2,63
$p_H$ :	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8

II. 50 cm<sup>3</sup> m/5 primäres Kaliumphthalat + x cm<sup>3</sup> m/5 NaOH, mit H<sub>2</sub>O auf 200 cm<sup>3</sup> aufgefüllt, ergeben:

x:	0,4	3,7	7,5	12,15	17,7	23,85	29,95	35,45	39,85	43,0	45,45	47,0
p <sub>H</sub> :	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0	6,2

III. 50 cm<sup>3</sup> m/5 KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> + x cm<sup>3</sup> m/5 NaOH, mit H<sub>2</sub>O aufgefüllt auf 200 cm<sup>3</sup>, ergeben:

x:	3,72	5,70	8,60	12,60	17,80	23,65	29,63	35,00	39,50	42,80	45,20	46,80
p <sub>H</sub> :	5,8	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8	7,0	7,2	7,4	7,6	7,8	8,0

IV. 50 cm<sup>3</sup> „Borsäure“ + x cm<sup>3</sup> m/5 NaOH, mit H<sub>2</sub>O auf 200 cm<sup>3</sup> aufgefüllt, ergeben:

x:	2,61	3,97	5,90	8,50	12,0	16,3	21,3	26,7	32,0	36,85	40,8	43,9
p <sub>H</sub> :	7,8	8,0	8,2	8,4	8,6	8,8	9,0	9,2	9,4	9,6	9,8	10,0

### g) Die Borsäure-Boraxpuffer von Palitzsch

wird aus m/20 Boraxlösung (19,108 g im Liter) und m/5 Borsäure + NaCl (12,404 g H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> und 2,925 g NaCl im Liter) hergestellt und gestattet in feiner Abstufung zwischen p<sub>H</sub> = 9,24 bis 6,77 zu variieren.

p<sub>H</sub>-Tabelle für das Borsäure-Borat-Gemisch nach Palitzsch:

x:	0	1	2	3	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
p <sub>H</sub> :	9,24	9,11	8,98	8,84	8,69	8,60	8,51	8,41	8,31	8,20	8,08	7,94
			7,7	8,0	8,5	9,0	9,4	9,7				
			7,88	7,78	7,60	7,36	7,09	6,77				

Die eben geschilderten Methoden verursachen noch immer viel Mühe, da doch die Puffermischungen sehr genau und sorgfältig gemischt werden müssen. Diese Arbeit wird ganz bedeutend vereinfacht, wenn man die Wasserstoffionenkonzentrationsmessung mit einfarbigen Indikatoren mittels der Indikatordauerreihen nach L. Michaelis durchführt. Diese Methode erfordert keine selbstgemischten Vergleichspufferlösungen. Man vergleicht die Farbe der Versuchslösung mit der Indikatordauerreihe, welche in zugeschmolzenen Röhren fertig erhältlich ist. Der Vergleich erfolgt im Michaelisschen Komparator. Dieser ist ein kleiner Holzblock, in welchem sich einerseits in 2 Reihen 2 oder 3 Löcher für die Vergleichsröhrchen und andererseits seitlich 2 oder 3 Gucklöcher befinden. Am zweckmäßigsten arbeitet man mit dem dreilöcherigen Komparator. In die mittleren Vertiefungen steckt man vorne das Reagenzglas mit 6 cm<sup>3</sup> der Lösung und 1 cm<sup>3</sup> der Indikatorlösung, dahinter steckt man ein Röhrchen, mit reinem Wasser gefüllt. Zu beiden Seiten vorne kommt je ein Röhrchen mit 6 cm<sup>3</sup> Lösung, doch an Stelle des Indikators mit 1 cm<sup>3</sup> Wasser. Hinter beide steckt man je ein Indikatordauerröhrchen und bestimmt so die Grenze, in welche die Versuchslösung fällt. Diese Bestimmung ist ganz einfach und schnell. Der Komparator, sowie die Indikatordauerreihe wird von den Vereinigten Fabriken für Laboratoriumsbedarf G. m. b. H., Berlin NW 6, geliefert.

Die Wasserstoffionenkonzentration der verschiedenen Würzen ergibt sich aus folgenden Angaben:

$p_H$  von Würze bei verschiedenen Maischverfahren (18° C)

Dreimaischverfahren . . . . .	$p_H = 5,71-5,76$
Hochkurzmaisverfahren . . . . .	5,63—5,67
Eiweißrastverfahren . . . . .	5,69—5,73
Vormaischverfahren . . . . .	5,66—5,72
Vormaischeiweißrastverfahren . . . . .	5,67—5,73
Diastase- (Kaltwasser-) Auszug . . . . .	5,80—5,85

Änderung der  $p_H$  im Verlauf des Maischens (18° C).

	Dreimaisch- Sud	Vormaischeiweiß- rast-Sud	Eiweißrast- stufen-Sud
$\frac{1}{2}$ Stde. nach dem Einmaischen . . . . .	—	6,38—6,48	—
6 Stdn. nach dem Einmaischen . . . . .	—	6,25—6,38	—
I. Maische . . . . .	5,83—5,90	—	—
II. Maische . . . . .	5,71—5,77	—	—
Kaltauszug . . . . .	—	—	5,80—5,85
Stammwürze . . . . .	5,84—5,85	5,40—5,48	5,42—5,49
Nachguß . . . . .	5,65—5,72	5,47—5,54	5,44—5,51

Änderung der  $p_H$  durch die Temperatur nach Emslander.

$t = 18^\circ \text{C}$	$p_H = 5,79$	$t = 70^\circ \text{C}$
$= 40^\circ \text{C}$	$= 5,65$	$= 80^\circ \text{C}$
$= 50^\circ \text{C}$	$= 5,54$	$= 85^\circ \text{C}$
$= 60^\circ \text{C}$	$= 5,44$	$= 90^\circ \text{C}$

Die Würze wird also mit zunehmender Temperatur saurer.

## 12. Die Bestimmung der diastatischen Kraft (DK).

Die absolute Menge der Diastase läßt sich nicht bestimmen, man kann bloß die Spaltwirkung der Diastase messen, und zwar mißt man die von der Diastase erzeugte Maltosemenge. Da diese Menge sehr stark von einer ganzen Reihe von Faktoren abhängt, erhält man vergleichbare Zahlen nur mittels normalisierten Methoden, deren Vorschriften immer genau eingehalten werden. In der Praxis wird eine ganze Reihe von Methoden benutzt. Einige (die wichtigsten) werden hier näher besprochen. Vom vorher niedergelegten Prinzip weicht bloß das ältere Lintnersche Verfahren ab.

Bei allen Methoden verzuckert man eine Stärkelösung: die Ergebnisse hängen natürlich von der Stärkequalität ab. Die einzelnen Stärkesorten weichen sehr stark voneinander ab. Man soll deshalb stets dieselbe Stärkesorte benutzen. Zumeist verwendet man lösliche oder Arrowrootstärke. Die Verzuckerung ist auch eine Funktion der Wasserstoffionenkonzentration. Eine jede Stärke besitzt nun eine andere Wasserstoffionenkonzentration, weshalb man nach dem Vorschlag von Lind-Thradgold und Arnold die konstanten Arbeitsbedingungen durch Zusatz eines Puffergemisches gewährleisten kann.

Die benutzte Temperatur für die Verzuckerung ist eine Sache der Wahl bzw. der Vereinbarung.

Will man die diastatische Kraft von Dick- und Trockenextrakten sowie von Würzen bestimmen, so bereitet man sich eine wäßrige Lösung, deren Konzentration immer von einer Vorprobe festgelegt wird. Bei den einzelnen Methoden finden sich annähernde Angaben. Von Darmmalz und Grünmalz muß zuerst ein Auszug angefertigt werden. Die bezüglichlichen Anweisungen findet man bei der Methode nach Egloffstein.

#### a) Die Bestimmung nach Lintner.

Man bereitet eine 2proz. Stärkelösung (aus prima wasserlöslicher Stärke „E. Merck“), ferner eine 5proz. Lösung des zu untersuchenden Malzextraktes.

Nun gibt man je 10 cm<sup>3</sup> der 2proz. Stärkelösung in ca. 10 Reagirröhrchen im Reischauerschen Stern und läßt der Reihe nach 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9, 1 cm<sup>3</sup> der 5proz. Malzextraktlösung zu fließen; man schüttelt die Röhrchen öfters um, und läßt die Diastase bei Zimmertemperatur ca. 17° C 1 Stde. lang einwirken. Inzwischen bestimmt man in der Malzextraktlösung direkt den Maltosegehalt, indem man so lange allmählich Fehlingsche Lösung zugibt (unter jedesmaligem Aufkochen vor neuem Zusatz), bis keine Reduktion mehr erfolgt. Im allgemeinen werden ca. 3—3,6 cm<sup>3</sup> Fehling für 1 cm<sup>3</sup> Extraktlösung hierzu erforderlich sein.

Schließlich fügt man nach 1stündiger Einwirkung der Diastase in jedes Röhrchen im Reischauerschen Stern 5 cm<sup>3</sup> Fehlingsche Lösung plus die Anzahl Kubikzentimeter, welche man für Maltose gefunden hat.

Wenn also Maltose = 3 cm<sup>3</sup> Fehling :

wären zu Röhrchen	1 = 5,3 cm <sup>3</sup>	wären zu Röhrchen	6 = 6,8 cm <sup>3</sup>
„ „ „	2 = 5,6 „	„ „ „	7 = 7,1 „
„ „ „	3 = 5,9 „	„ „ „	8 = 7,4 „
„ „ „	4 = 6,2 „	„ „ „	9 = 7,7 „
„ „ „	5 = 6,5 „	„ „ „	10 = 8,0 „

Fehlingsche Lösung zuzugeben; nun wird jedes Röhrchen gut umgeschüttelt und der Reischauersche Stern mit den beschickten Röhrchen 10 Min. in kochendes Wasser gestellt. Dasjenige Röhrchen, in welchem alles Kupfersulfat vollständig reduziert ist (Prüfung mit Essigsäure und Ferrocyankali) gibt die DK an. Die DK wird gleich 100<sup>0</sup> gesetzt, wenn Röhrchen 1 völlig reduziert ist. Reduziert das Extrakt z. B. erst Röhrchen 2, so ist die DK

$$100 : 2 = 50^0 \text{ Lintner.}$$

Wird erst Röhrchen 4 reduziert, so ist die DK

$$100 : 4 = 25^0 \text{ Lintner, usw.}$$

Diese Methode erlaubt nur sehr schwer den Vergleich verschiedener Bestimmungen untereinander, besonders wenn die Extrakte oder Würzen verdünnt werden müssen.

## b) DK-Bestimmung nach Lintner-Wirth.

Man gibt zu 250 cm<sup>3</sup> 2proz. Stärkelösung von 17,5° C ein bestimmtes Volumen einer Diastaselösung (Vorprobe!) und läßt eine halbe Stunde einwirken. Nach Ablauf dieser Zeit unterbricht man die Enzymwirkung durch Zusatz von 10proz. Natronlauge und füllt auf 300 cm<sup>3</sup>. In einem aliquoten Teil bestimmt man die Maltosemenge. In einer getrennten Probe bestimmt man den Maltosegehalt der Diastaselösung. Die DK berechnet sich wie folgt:

Wenn wir von der Ausgangssubstanz (Malz, Extrakt) eine  $a$ -Menge abgewogen haben und auf  $V$  cm<sup>3</sup> verdünnt haben, so enthält jedes Kubikzentimeter  $\frac{a}{V}$  Substanz. Zur Verzuckerung nehmen wir  $v$  cm<sup>3</sup> =  $\frac{av}{V}$  Substanz. Diese Menge befindet sich nach der Verzuckerung in 300 cm<sup>3</sup>, d. h. 1 cm<sup>3</sup> enthält  $\frac{av}{300 V}$  g Substanz. Nimmt man nun  $w$  cm<sup>3</sup> zur Maltosebestimmung, und finden wir darin  $M$  g Maltose, so ist es klar, daß diese Menge von  $\frac{avw}{300 V}$  g Substanz erzeugt wurde. Wenn wir nun unter DK die von 1000 g Substanz erzeugte Maltosemenge in Gramm verstehen, so finden wir

$$DK = \frac{300\,000\,M\,V}{avw} - m,$$

wenn  $m$  die in der Substanz befindliche vorgebildete Maltosemenge, auf 1 kg berechnet, bedeutet.

Diese Berechnung wurde von Lintner-Wirth nicht mitgeteilt, sie wurde bloß vom Verfasser zugefügt, um den Vergleich mit späteren Methoden zu ermöglichen.

## c) DK-Bestimmung nach Egloffstein (A. Pollak).

In der Praxis wird zumeist diese Methode zur DK-Bestimmung gebraucht.

Man bereitet sich zuerst eine 2proz. Lösung des zu untersuchenden Extraktes und 300 cm<sup>3</sup> eines 3proz. Arrowroot-Stärkekleisters. Zur Erzeugung des notwendigen Kleisters soll man ständig Arrowroot-Stärke verwenden, da diese betreffs Verkleisterungstemperatur und Angreifbarkeit durch verflüssigende und verzuckernde Enzyme eine Mittelstellung unter den verbreiteten Stärkesorten einnimmt. Der Wassergehalt dieser Stärke soll möglichst konstant zwischen 10 und 15% liegen. Man reibt sich in einer Reibschale 9 g Stärke mit wenig dest. Wasser zu einer fein verteilten Stärkemilch an. Inzwischen bringt man 250 cm<sup>3</sup> Wasser zum Kochen und schüttet die Stärkemilch unter gutem Umrühren in das kochende Wasser. Man hält die Temperatur noch eine halbe Stunde bei 100°, sodann gibt man den Kleister in einen

300-cm<sup>3</sup>-Meßkolben, spült mit Wasser nach und füllt dann auf 300 cm<sup>3</sup> auf.

**Die Vorprüfung:** Man gibt in ein 100-cm<sup>3</sup>-Meßkölbchen 50 cm<sup>3</sup> Kleister und erwärmt im Wasserbad auf ca. 40°, sodann fügt man 10 cm<sup>3</sup> des 2proz. Extraktes hinzu und notiert genau den Zeitpunkt. Die Temperatur des Kolbeninhaltes wird konstant bei 37,6° C gehalten, was durch ein ins Kölbchen gestecktes Thermometer überprüft werden kann. Durch Einfluß der vorhandenen Diastase verflüssigt sich bald der Kleister im Kölbchen, worauf man die Verzuckerung mit Jodlösung zu prüfen beginnt. Zu diesem Zwecke nimmt man mit dem Thermometer einen Tropfen heraus und fügt auf einer Porzellan- oder Gipsplatte verdünnte Jodlösung zu. Verschwindet die blaue Jodreaktion, d. h. wenn bei Zusatz der Jodlösung nur mehr eine rein braune Färbung entsteht, so bestimmt man wieder den Zeitpunkt und berechnet die Zeit, welche vom Beginn der Verzuckerung bis zu ihrem Ende verlaufen ist. Diese Zeit, in Minuten ausgedrückt, gibt ungefähr die Anzahl der Kubikzentimeter der 2proz. Extraktlösung an, welche man zu 250 cm<sup>3</sup> Kleister zufügen muß, um bei und durch die Hauptverzuckerung richtige Mengenverhältnisse, sowohl bezüglich enzymatisch wirkender Substanz als auch bezüglich resultierender Rohmaltose zu bekommen. Dieser Zusammenhang wurde auf rein empirischer Grundlage gefunden und gibt sehr verlässliche Werte. Diese Methode gewährt gleichzeitig Einblick in das Verhalten der Enzyme, indem man das Verhältnis der verflüssigenden Kraft zur verzuckernden gut absehen kann. Hat die Diastase abnormale Einbuße erlitten, so z. B. durch hohe Temperaturen (über 60°) oder Säuren bei höherer Temperatur (Milchsäure), so liefert diese Vorprüfung ungenaue bzw. unrichtige Angaben. Diese abnormalen Angriffe sind bei der Extrakterzeugung durchaus möglich und kommen auch nicht selten vor. Bei verhältnismäßig schwacher diastatischer Kraft oder aber bei ungewöhnlich hoher diastatischer Kraft liefert diese Methode ungenaue Werte.

**Die Verzuckerung:** Zur eigentlichen Bestimmung füllt man in einen 300-cm<sup>3</sup>-Kolben die übriggebliebenen 250 cm<sup>3</sup> Stärkekleister und erwärmt im Wasserbade auf 39—40°. Die durch die Vorprüfung gefundene Anzahl Kubikzentimeter der 2proz. Extraktlösung wird zum Kleister zugefügt, und man hält die Temperatur für 30 Min. bei 37,6° im Wasserbade. Man beobachtet inzwischen das Fortschreiten der Verflüssigung. Nach genau 30 Min. unterbricht man die Einwirkung der Diastase durch Zugabe von 3 cm<sup>3</sup> einer 10proz. Kalilauge. Nach dem Abkühlen auf Zimmertemperatur füllt man auf 300 cm<sup>3</sup> auf. Sollte die durch die Vorprüfung gefundene Anzahl der zuzufügenden Kubikzentimeter mehr als 50 betragen (schwache diastatische Kraft), so muß man weniger als 250 cm<sup>3</sup> Kleister zur Verzuckerung verwenden, oder aber man verwendet besser eine konzentrierte Extraktlösung.

Die Rohmaltosebestimmung: Man muß nun den in 300 cm<sup>3</sup> verzuckerten Kleister befindlichen Gesamtmaltosegehalt bestimmen. Zu diesem Zwecke kocht man 50 cm<sup>3</sup> Fehlingscher Lösung in einem Erlenmeyer-Kölbchen und läßt den verzuckerten Kleister aus einer Bürette so lange zufließen, bis alles Kupfer reduziert ist. Der Endpunkt der Titration ist dann erreicht, wenn die über dem Niederschlag befindliche Lösung von farblos ins Gelbliche überzugehen beginnt. Das Zufließen der Zuckerlösung muß in 4 Min., vom Beginn des Kochens an gerechnet, beendet sein. Am besten wird man die Titration nach Soxhlet durchführen, doch werden für praktische Zwecke gewöhnlich 2 Titrationen an Stelle der üblichen 5—6 Titrationen vollkommen genügen. Die Prüfung der reduzierten Fehlingschen Lösung auf Kupfer erfolgt, wie bei der Zuckerbestimmung nach Soxhlet beschrieben wurde, mit Kaliumferrocyanid, nach dem Ansäuern mit Essigsäure. Die Vorprüfung beschafft die Möglichkeit, zur Hauptverzuckerung stets die gleiche Anzahl von Kubikzentimeter der diastatischen Lösung zusetzen zu können, damit erstens stets dasselbe Verhältnis zwischen wirksamer Substanz und gebildetem Zucker bestehe, zweitens, damit man sofort die zur richtigen und bequemen Rohmaltosebestimmung notwendigen Konzentrationsverhältnisse bekomme. Arbeitet man genau nach der angegebenen Weise, so wird man von der verzuckerten Lösung nur 35 bis 40 cm<sup>3</sup> zur Reduktion von 50 cm<sup>3</sup> Fehlingscher Lösung brauchen.

Um die praktische Anwendung dieser Methode ganz klarzulegen und auch die Berechnung der diastatischen Kraft zu beschreiben, sollen hier einige Beispiele angeführt werden:

Beispiel I. Es sei ein diastatisches Malzdickeextrakt zu untersuchen. Man bereitet sich zuerst eine 2proz. Extraktlösung. 10 cm<sup>3</sup> dieser Lösung verzuckern 50 cm<sup>3</sup> des vorgeschriebenen Kleisters, z. B. in 25 Min. Zur Hauptverzuckerung wird man also 25 cm<sup>3</sup> Extraktlösung zu 250 cm<sup>3</sup> Kleister zusetzen. Nachdem der Kleister verzuckert und auf 300 cm<sup>3</sup> aufgefüllt wurde, findet man durch Titration, daß 50 cm<sup>3</sup> Fehlingsche Lösung von 36 cm<sup>3</sup> verzuckerter Lösung reduziert werden. Um nun die diastatische Kraft berechnen zu können, muß man den Maltosewert der Fehlingschen Lösung kennen. Dieser sei z. B. 0,389 g Maltose für 50 cm<sup>3</sup> Fehlingsche Lösung. Die verzuckerte Lösung enthält also in 36 cm<sup>3</sup> 0,389 g Maltose. Die gesamte Zuckerlösung (300 cm<sup>3</sup>) enthält also  $\frac{0,389 \times 300}{36} = 3,24$  g Maltose. Diese 3,24 g Maltose wurden durch 25 cm<sup>3</sup> der 2proz. Extraktlösung erzeugt. Da 25 cm<sup>3</sup> Extraktlösung 0,5 g Dickeextrakt entsprechen, so findet man, daß 1 g Dickeextrakt 6,48 g Maltose erzeugt hat. In der so bestimmten Maltosemenge (Rohmaltose) ist aber die im Extrakt bereits vorgebildete gewesene Maltosemenge inbegriffen, weshalb diese vorgebildete Maltose vom

Rohmaltosewert abgezogen werden muß. Den Maltosegehalt des Extraktes bestimmt man in der 2proz. Extraktlösung nach der Soxhlet-Methode. Es wird z. B. gefunden, daß 50 cm<sup>3</sup> Fehlingsche Lösung von 34 cm<sup>3</sup> Extraktlösung reduziert werden. Da 100 cm<sup>3</sup> Extraktlösung 2 g Extrakt entsprechen, wurden die 50 cm<sup>3</sup> Fehlingsche Lösung von 0,68 g Extrakt reduziert. Da der Maltosewert der Fehlingschen Lösung 0,389 g Maltose für 50 cm<sup>3</sup> entspricht, enthalten die 0,68 g Extrakt 0,389 g Maltose, d. h. 1 g Extrakt enthält 0,572 g Maltose. Diese letztere Menge von der Rohmaltose in Abzug gebracht, bekommen wir 5,908 g neugebildete Maltose. Diese Maltosemenge wurde von 1 g Extrakt erzeugt. Die diastatische Kraft wird nun in 1000facher Größe ausgedrückt so, daß der vorliegende Extrakt eine diastatische Kraft von 5908 besitzt.

Beispiel II. Es sei ein Darrmalz auf seine diastatische Wirksamkeit zu untersuchen. In diesem Falle muß man sich zuerst ein Malzinfus erzeugen. Zu diesem Zwecke maischt man 25 g Malzfeinmehl mit 250 g Wasser von 40° für 30 Min. Die Maische wird auf ein Faltenfilter gegossen und das erhaltene Filtrat wird zur Vorprüfung verwendet. Da das Filtrat in dieser Konzentration zumeist zu kurze Verzuckerungszeiten liefert, wird man es zweckmäßig mit Wasser verdünnen. Verdünnt man z. B. im Verhältnis von 1 : 5, so wird man die Anzahl der gefundenen Minuten durch 5 dividieren müssen, um die Anzahl der Kubikzentimeter des Filtrates zu erhalten, welche in der Hauptverzuckerung zu 250 cm<sup>3</sup> Kleister zuzusetzen sind. Die Vorprüfung soll z. B. ergeben haben, daß zur Hauptverzuckerung 6 cm<sup>3</sup> des Filtrates zu nehmen sind. Die verzuckerte Lösung soll in 35,2 cm<sup>3</sup> die zur Reduktion von 50 cm<sup>3</sup> Fehlingscher Lösung notwendige Maltosemenge enthalten. Der Maltosewert der Fehlingschen Lösung sei der gleiche wie im Beispiel I, so daß 35,2 cm<sup>3</sup> verzuckerte Lösung 0,389 g Maltose enthalten. Die 300 cm<sup>3</sup> verzuckerte Lösung enthalten also insgesamt  $\frac{0,389 \times 300}{35,2} = 3,315$  g Maltose. Da der Malzinfus im Verhältnis von 1 : 10 erzeugt wurde, entsprechen dem verwendeten 6 cm<sup>3</sup> 0,6 g Malz. Dieser Malzmenge entspricht die obige Rohmaltosemenge von 3,315 g, so daß auf 1 g Malz 5,525 g Rohmaltose entfallen. Von dieser Rohmaltose wird die vorgebildete Maltosemenge in Abzug gebracht. Diese bestimmt man im Infus nach Soxhlet und findet z. B., daß auf das ursprüngliche Malz berechnet 21 %, d. h. in 1 g 0,21 g Maltose vorgebildet sind. Die neugebildete Maltosemenge beträgt also 5,525 — 0,21 = 5,315 g Maltose. Die diastatische Kraft beträgt also 5315.

Die diastatische Kraft von Grünmalz und Trockenextrakt wird nach ähnlichen Prinzipien bestimmt. Zu erwähnen ist noch, daß neben der zahlenmäßigen Bestimmung der diastatischen Kraft auch die Bestim-

mung der verflüssigenden Kraft mit dieser Methode möglich ist. Zu diesem Zwecke stellt man die Zeit fest, welche erforderlich ist, um 50 cm<sup>3</sup> eines 3proz. Stärkekleisters von 10 cm<sup>3</sup> einer 2proz. Extraktlösung zu verflüssigen. Man braucht nur dann die verflüssigte Stärkemenge anzugeben, welche durch Umrechnung auf die Einwirkungsdauer von 30 Min. ermittelt wird.

In der Praxis kann auf Grund der Erfahrungen diese Methode beträchtlich vereinfacht werden, da die ungefähre DK der verschiedenen Produkte in der Erfahrung bekannt ist, und so die Vorprüfung einfach entfallen kann. Auch die vorgebildete Maltosemenge ist bekannt:

Darrmalz und Grünmalz. 20 g Malzfeinmehl oder gut zerquetschtes Grünmalz werden mit 180 g Wasser von 40° C genau eine halbe Stunde gemischt. Man ergänzt auf 200 g und filtriert. Die Vorprüfung entfällt vollkommen. Zur Verzuckerung nimmt man 4 cm<sup>3</sup> = 0,4 g Malz. Ein 300-cm<sup>3</sup>-Meßkolben erhält eine Marke bei 250 cm<sup>3</sup>, und man füllt bis zum Zeichen mit dem 3proz. Stärkekleister an. Nachdem die Temperatur des Kleisters im Wasserbad auf 40° C eingestellt wurde (Thermometer im Kolben), setzt man 4 cm<sup>3</sup> Würze hinzu. Die Verzuckerung erfolgt bei 40° C eine halbe Stunde. Nach Verlauf dieser Zeit unterbricht man die Verzuckerung durch Zusatz von 3 cm<sup>3</sup> Lauge und kühlt auf 17,5° ab. Der Kolben wird bis zur Marke mit Wasser angefüllt. Man bestimmt dann die Anzahl der Kubikzentimeter verzuckerter Lösung, welche zur Reduktion von 25 cm<sup>3</sup> Fehlingscher Lösung erforderlich sind. Bezeichnet man den Maltosewert der Fehlingschen Lösung mit  $M$  und mit  $Z$  die Anzahl der Kubikzentimeter der Zuckerlösung, welche zur Reduktion der Fehlingschen Lösung erforderlich sind, so berechnet sich die diastatische Kraft wie folgt: Die durch 4 cm<sup>3</sup> Würze erzeugte Maltosemenge ist

$$\frac{M}{Z} 300 ,$$

da die 4 cm<sup>3</sup> Würze 0,4 g Malz entsprechen, so folgt, daß 1000 g Malz

$$\frac{1000 \times 300 \times M}{0,4 Z} = 750000 \frac{M}{Z}$$

Gramm Maltose erzeugen. Die vorgebildete Maltosemenge ist für Darrmalz 200 g auf 1000 g Malz bezogen, während für Grünmalz keine vorgebildete Maltose in Abzug gebracht werden muß, so daß die diastatische Kraft ist

$$\text{für Grünmalz DK} = 750000 \frac{M}{Z} ,$$

$$\text{für Darrmalz DK} = 750000 \frac{M}{Z} - 200 .$$

Backextrakte (DK = 3500—5000): Man verdünnt 4 g Extrakt auf 200 cm<sup>3</sup>, davon nimmt man zur Verzuckerung 30 cm<sup>3</sup> = 0,6 g Extrakt. Die vorgebildete Maltosemenge ist 610.

$$DK = 500\,000 \frac{M}{Z} - 610.$$

Textilextrakte (DK = 7000—9000): Es werden ebenfalls 4 g auf 200 cm<sup>3</sup> verdünnt, doch nimmt man zur Verzuckerung bloß 20 cm<sup>3</sup> = 0,4 g Extrakt. Die vorgebildete Maltosemenge ist auch hier 610.

$$DK = 750\,000 \frac{M}{Z} - 610.$$

An Stelle der maßanalytischen Methode, wie sie vorher beschrieben wurde, kann die Maltosebestimmung auch nach Bertrand erfolgen. Die Ergebnisse sind dann genauer. Der Verfasser hat die Egloffsteinsche Methode immer mit dieser Abänderung benutzt. Die Berechnung erfolgt genau wie vorher angegeben.

Für Vergleichszwecke ist es ratsam, die DK auf 1000 g Trockensubstanz umzurechnen.

Die von Seeligmann veröffentlichte Methode ist bloß eine ganz unwesentliche Abänderung der Egloffsteinschen Methode. Auch die von D. Schenk veröffentlichte Methode ist nichts anderes als die vorher beschriebene. Zu bemerken ist, daß die Egloffsteinsche Methode besonders durch die Tätigkeit von A. Pollak ihre allgemeine Anwendung erreicht hat und die DK heute wohl ganz allgemein in Pollak-Einheiten ausgedrückt wird: Maltosemenge in Gramm erzeugt von 1000 g Substanz.

#### d) Die Bestimmung der DK nach Windisch.

Es werden 25 g fein geschrotenes Darrmalz (90 % Mehl) bzw. 25 g fein zerquetschtes Grünmalz im Maischbecher mit 500 cm<sup>3</sup> W bei 50° eine halbe Stunde gemischt, abgekühlt, auf 525 g aufgefüllt und blank filtriert. Um vergleichbare Resultate zu bekommen, muß man stets die gleiche Stärke benutzen und deren Lösung genau wie folgt herstellen: 400 cm<sup>3</sup> Wasser bringt man in einem 600-cm<sup>3</sup>-Bechergläse zum Kochen und gießt die in Wasser aufgeschlämmte „lösliche Stärke Kahlbaum“, deren Menge 10 g Trockensubstanz entspricht, unter kräftigem Umrühren in dünnem Strahl in das kochende Wasser, das dabei nicht aus dem Sieden kommen soll, spült das Stärkegefäß nach, kocht noch 1 Min., bringt die Lösung quantitativ in einen 500-cm<sup>3</sup>-Meßkolben, kühlt unter dauerndem Umschwenken, um die Bildung von Häuten zu vermeiden, in kaltem Wasser ab und füllt bis zur Marke auf. 100 cm<sup>3</sup> dieser 2proz. Stärkelösung, genau auf 20° C eingestellt, werden in einem 200-cm<sup>3</sup>-Kölbchen mit folgenden Mengen Malzauszug versetzt: bei Grünmalz

5 cm<sup>3</sup> des auf das Doppelte verdünnten Malzauszuges; bei hellem Malz 5 cm<sup>3</sup>, bei dunklem Malz 10 cm<sup>3</sup> der nicht verdünnten Auszüge. Dann wird kräftig durchgeschüttelt und das Kölbchen genau eine halbe Stunde in Wasser von 20° gestellt, das während dieser Zeit genau auf 20° gehalten wird. Darauf unterbricht man die Verzuckerung durch Zusatz von 10 cm<sup>3</sup> n/10 NaOH, füllt mit Wasser auf 200 cm<sup>3</sup> auf, mischt und gibt 30 cm<sup>3</sup> des Gemisches in einem Erlenmeyer-Kolben, fügt 20 cm<sup>3</sup> n/10 Jodlösung und 30 cm<sup>3</sup> n/10 NaOH zu, mischt, läßt 10 Min. bei Zimmertemperatur stehen, gibt 4 cm<sup>3</sup> n/1 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> hinzu und titriert das nicht zur Oxydation der Maltose verbrauchte Jod mit n/20 Thiosulfatlösung zurück. Den Jodverbrauch der im Malzauszug befindlichen Mengen an Zucker und Eiweiß muß man in Abzug bringen; er wird bestimmt, indem man 10 cm<sup>3</sup> Malzauszug mit 20 cm<sup>3</sup> n/10 Jodlösung und 30 cm<sup>3</sup> n/10 NaOH versetzt, umschüttelt, 10 Min. stehenläßt, mit 4 cm<sup>3</sup> n/1 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ansäuert und das überschüssige Jod mit n/20 Thiosulfat titriert. Nach Willstätter und Schudel entsprechen 2 J einem Mol = 342 g Maltose, also 1 cm<sup>3</sup> n/20 Jodlösung = 0,00855 g Maltose.

e) Die Berechnung des Mischungsverhältnisses für Dickerextrakte auf Grund der DK.

Um den diastatischen Extrakten eine konstante DK zu verleihen, muß man das Mischungsverhältnis des Diastaseauszuges und der eingedickten Stammwürze berechnen (S. 224). Wenn wir annehmen, daß wir 2 Extrakte haben, die einzeln die diastatische Kraft (DK)<sub>d</sub> und (DK)<sub>e</sub> haben, und 1 Gemisch mit der diastatischen Kraft (DK) erzeugt werden soll, so müssen von den beiden Extrakten p<sub>d</sub>% bzw. p<sub>e</sub>% vermischt werden. Es bestehen demgemäß die beiden Gleichungen

$$100(DK) = p_d(DK)_d + p_e(DK)_e,$$

$$100 = p_d + p_e,$$

woraus sich berechnet, daß

$$p_e = 100 \frac{(DK)_d - (DK)}{(DK)_d - (DK)_e}$$

und

$$p_d = 100 \left( 1 - \frac{(DK)_d - (DK)}{(DK)_d - (DK)_e} \right).$$

Haben wir z. B. einen Diastaseauszug mit (DK)<sub>d</sub> = 10000 und eine eingedickte Würze mit einer (DK)<sub>e</sub> = 300, so werden beide in folgendem Verhältnis gemischt werden müssen, um ein Extrakt mit DK = 4000 zu erhalten

$$p_e = 68,9 \%,$$

$$p_d = 31,1 \%.$$

### 13. Die Bestimmung der verflüssigenden Kraft nach Effront.

Nach Effront versteht man unter Verflüssigungszahl des Malzes die Stärkemenge in Zentigramm, die 1 g Malz in seinem Auszug von 5:100 zu verflüssigen vermag. Man erhält diese Zahl einfach durch Division von 4000 durch die Anzahl der gebrauchten Kubikzentimeter Malzlösung. Brauchen wir z. B. zur Verflüssigung von 2 g Stärke 6 cm<sup>3</sup> Malzlösung 5:100 = 0,3 g Malz, so ist die Verflüssigungszahl 4000:6 = 666,7. Zur Ausführung der Bestimmung nimmt Effront Reisstärke in einer Sorte, die bei der Verflüssigung eine farblose klare Flüssigkeit gibt. Man bereitet nun aus 40 g Reisstärke mit Wasser 100 cm<sup>3</sup> Stärkemilch, von der je 5 cm<sup>3</sup> (= 2 g Stärke) in 8 Reagenzgläschen kommen und mit z. B. 2, 2,5, 3, 3,5, 4, 4,5, 5, 5,5, 6 cm<sup>3</sup> der obigen Malzlösung versetzt werden. Unterdessen werden in 8 Reagenzgläsern je 14 cm<sup>3</sup> destillierten Wassers auf 80° vorgewärmt. Diese Röhren werden nun der Reihe nach zum Sieden erhitzt, und man gießt zu diesen den Stärkemilch + Malzauszug enthaltenden Röhreninhalt und mischt gut durch. Das Stärkemilchröhrchen wird mit 1 cm<sup>3</sup> Wasser ausgespült und zur anderen Flüssigkeit gefügt. Jedes Röhren wird nun genau 10 Min. bei 80° gehalten, gut durchgerührt und für 10 Min. in ein Wasserbad von 100° gebracht. Nach Verlauf weiterer 10 Min. kühlt man auf 15° und untersucht ein jedes Röhren auf die Verflüssigung. Die Bestimmung der Verflüssigung geschieht nach Effront durch rein subjektive Beobachtung, indem man feststellt, von welchem Röhren die verzuckerte Flüssigkeit bzw. der Kleister bereits ganz dünnflüssig ausfließt. Man wird 2 Röhren finden, von denen das erste noch keine vollkommene Verflüssigung zeigt, während das andere Röhren schon zu stark verflüssigt ist. Findet man, daß z. B. diese beiden Röhren einen Malzauszugzusatz von 4,5 bzw. 5 cm<sup>3</sup> erhalten haben, so wird die richtige Verflüssigungszahl zwischen diesen Größen liegen. Man kann also eine neue Versuchsreihe anstellen, indem man zu je 5 cm<sup>3</sup> Stärkemilch 4,5, 4,6, 4,7, 4,8, 4,9, 5 cm<sup>3</sup> Malzauszug zufügt. Die Berechnung der Verflüssigungszahl erfolgt wie oben angegeben.

Diese Methode ist sehr ungenau und liefert nicht vergleichbare Resultate. Geeignete Methoden für diesen Zweck gibt es vorläufig nicht. Siehe auch die DK-Bestimmung nach Egloffstein.

### 14. Die Bestimmung der peptolytischen Kraft (PK).

Die Bestimmung der peptolytischen Kraft (PK) ist eine ebensolche Differenzmethode wie die DK-Bestimmung, nur wird hier nicht die Differenz zwischen neugebildeter und vorgebildeter Maltose bestimmt, sondern die Differenz zwischen neugebildetem und vorgebildetem for-

moltitrierbaren Stickstoff, und zwar nennt man PK die von 1000 g Substanz erzeugten mg formoltitrierbaren Stickstoff.

Die Bestimmung des im Getreide, Malz und Extrakt (Würze) befindlichen vorgebildeten formoltitrierbaren Stickstoffs wurde bereits auf S. 332 beschrieben.

Zur Bestimmung des neugebildeten formoltitrierbaren Stickstoffes werden 40 g Feinmehl im Maischbecher mit ca. 150 cm<sup>3</sup> Wasser von 46° eingeteigt und nach Zusatz von einigen Tropfen Toluol im Maischbad unter ständigem langsamem Rühren 5 Stdn. bei 46—48° belassen. Nach dem Abmischen und Abkühlen wird mit Wasser auf ein Gewicht von 240 g aufgefüllt und filtriert. Zur Bestimmung des Formoltiters nimmt man 75 cm<sup>3</sup> des klaren Filtrates, füllt es in ein 100-cm<sup>3</sup>-Meßkölbchen, erhitzt zur Unterbrechung der Enzymtätigkeit für 10 Min. im stehenden Wasserbad, setzt 2 g krystallisiertes BaCl<sub>2</sub> und Barytlaug bis zur deutlichen lackmusalkalischen Reaktion zu, füllt auf 100 cm<sup>3</sup>, filtriert und behandelt weiter, wie auf S. 333 beschrieben wurde.

Will man die PK von Würzen oder eingedickten bzw. getrockneten Extrakten bestimmen, so werden 40 g Gerstenmehl mit 75 cm<sup>3</sup> 96proz. Alkohol im Maischbecher eingeteigt und unter öfterem Umrühren so lange (etwa eine halbe Stunde) bei 85° im Wasserbade erwärmt, bis der größte Teil des Alkohols verflüchtigt und eine krümelige Masse entstanden ist. Das Wasserbad wird nun zum Sieden erhitzt, und man beläßt den Maischbecher solange darin, bis der Alkoholgeruch ganz verschwunden ist. Zum Rückstand fügt man die zu prüfende Würze (oder Extrakt) hinzu, deren Menge nur eine Vorprobe angeben kann, und teigt mit noch ungefähr 150 cm<sup>3</sup> Wasser von 46° ein und verfährt wie vorher angegeben wurde.

Die Berechnung der PK ist folgende:

Für Getreide, Darrmalz, Grünmalz:

$$PK = 4,6667 (200 + 0,4 w) (K - K_v),$$

wenn  $K$  = verbrauchte n/5 KOH für neugebildeten + vorgebildeten Stickstoff;

$K_v$  = verbrauchte n/5 KOH für vorgebildeten Stickstoff;

$w$  = Wassergehalt des Getreides (Darrmalz, Grünmalz) in Prozenten.

Für Würze, Dick- und Trockenextrakte:

$$PK = 186,67 \frac{K}{e} \left[ 200 + 0,4 w + e \left( \frac{w_e}{100} - 1 \right) \right] - 4,6667 K_g (200 + 0,4 w) - 186,67 \frac{K_e}{e} \left[ 240 + e \left( \frac{w_e}{100} - 1 \right) \right],$$

$e$  = Extrakt- oder Würzmenge,  
 wenn  $K$  = verbrauchte n/5 KOH für neu- und vorgebildeten Stickstoff,  
 $K_g$  = verbrauchte n/5 KOH für vorgebildeten Stickstoff der Gerste,  
 $K_e$  = verbrauchte n/5 KOH für vorgebildeten Stickstoff des Ex-  
 traktes,  
 $w$  = Wassergehalt der Gerste in Prozenten,  
 $w_e$  = Wassergehalt des Extraktes in Prozenten.

Für Vergleichszwecke können die PK-Werte auf Trockensubstanz umgerechnet werden.

## 15. Die Bestimmung des spezifischen Gewichtes der Würze und des Dickextraktes.

Siehe Bonner Vereinbarung S. 309.

Für genaue analytische Zwecke wird das spez. Gewicht der Würzen immer im Pyknometer bestimmt. Für Betriebszwecke gebraucht man die weniger genaue Mohr-Westphalsche Waage oder die Spindeln (Areometer). Besonders die Spindeln sind wegen ihrer Bequemlichkeit verbreitet. Da der Zweck des Spindelns die Bestimmung des Extraktgehaltes ist, findet man zumeist solche Spindeln, an deren Skala sofort der Extraktgehalt vermerkt ist (Saccharometer). Die Einteilung der Saccharometer beruhte nach Balling auf reiner Rohrzuckerlösung mit der Voraussetzung, daß die Beziehung zwischen spez. Gewicht und Extraktgehalt der Rohrzuckerlösung auch für die Maische (Würze) gültig ist. Dies ist nicht der Fall, so daß heute nicht mehr die Balling-Skala, sondern die von Plato entsprechend korrigierte Skala gebraucht wird<sup>1</sup>.

Die Bestimmungen sollen stets bei 17,5<sup>0</sup> erfolgen.

Will man das spez. Gewicht von Dickextrakten bestimmen, so kann man keine Mohr-Westphal-Waage, kein Saccharometer und auch kein Pyknometer verwenden, da das Extrakt viel zu dickflüssig ist. Man muß das Extrakt entsprechend verdünnen, dann das bestimmte spez. Gewicht über die Extraktangabe der Plato-Tabelle auf Dickextrakt umrechnen. Haben wir z. B. ein Dickextrakt, welches vielfach verdünnt wird und das spez. Gewicht des verdünnten Extraktes  $d_1$  ist, so entspricht dies einem Extraktgehalt  $e_1$  nach der Plato-Tabelle. Da 4fach verdünnt wurde, ist der Extraktgehalt des ursprünglichen Extraktes  $e = 4e_1$ , wofür wir in der Plato-Tabelle ein spez. Gewicht  $d$  finden.

Für praktische Zwecke kann diese Bestimmung vereinfacht werden, indem man das spez. Gewicht in einem Erlenmeyer-Kolben (als Pyknometer) von ca. 100 cm<sup>3</sup> bestimmt. Der Hals des Kolbens wird markiert, man bestimmt den Wasserwert bei 17,5<sup>0</sup> und füllt dann mit

<sup>1</sup> Diese Plato-Skala ist in Tabellenform von R. Oldenbourg, München-Berlin, von K. Doemens bearbeitet, erschienen.

dem Extrakt an, stellt seine Temperatur auf 17,5° usw. Man arbeitet also wie mit einem Pyknometer. Die erhaltenen Zahlen sind für die Praxis hinreichend genau.

### 16. Die Keimenergie, die Keimfähigkeit und die Keimentwicklung.

Von der vorher 6 Stdn. bei Zimmertemperatur in Brunnenwasser eingeweichten Gerste zählt man nach dem Abgießen des Wassers 500 Körner ab, legt sie zwischen mehrere Bogen Filtrierpapier, bringt das Ganze unter eine Glasglocke oder in eine Doppelglasschale (feuchte Kammer) und läßt bei 15—20° C 3 Tage lang stehen; das Filtrierpapier hält man mäßig feucht. Nach dieser Zeit zählt man die gekeimten Körner. Das Ergebnis ist die Keimungsenergie; sie soll mindestens 90% betragen. Die Keimfähigkeit wird erst nach 5 oder 10—12 Tagen bestimmt; sie soll bei guter Braugerste mindestens 95—96% betragen; praktischen Wert hat nur die Ermittlung der Keimungsenergie.

Sehr gut eignen sich zur Bestimmung die Keimapparate von F. Nobbe, J. Simon, Aubry usw. In der allgemeinen Praxis verwendet man vielfach den Schönfeldschen Keimapparat, welcher im Wesen aus einem unten mit Quetschhahn und Gummischlauch abschließbaren Glastrichter besteht. Man füllt in diesen Trichter ca. 40 g Getreide, verschließt den Quetschhahn, füllt auf das Getreide Wasser und läßt 2—3 Stdn. weichen. Nach dem Ablassen des Wassers läßt man bei geöffnetem Quetschhahn 10—12 Stdn. stehen; der Trichter wird für diese Zeit mit einer Glasplatte, einem Uhrglas, oder einer Petri-Schale zugedeckt, um das Austrocknen zu verhindern. Zwischen Trichterrand und Glasplatte wird eine doppelte Lage von befeuchtetem Filterpapier gelegt. Nach Verlauf der 10—12 Stdn. wird der Quetschhahn nochmals verschlossen, und man weicht das Getreide nochmals 2—3 Stdn. Das Wasser wird wieder abgelassen, und das Getreide bleibt bei geöffnetem Hahn stehen. Sind seit Beginn des Versuches 72 Stdn. verlaufen, so zählt man die gekeimten Körner heraus, die ungekeimten werden in den Trichter zurückgezählt. Das Ergebnis wird auf Prozente umgerechnet, die erhaltene Zahl ist die Keimenergie. Die ungekeimten Körner werden nach 5 Tagen nochmals gezählt. Die bis zum 5. Tage gekeimten insgesamten Körner liefern die Keimfähigkeit.

Die Entwicklung der Blatt- und Wurzelkeime muß beim Mälzen ständig überprüft werden. Die Entwicklung wird in Kornlängen ausgedrückt, man stellt also in Prozenten fest, von wie vielen Körnern die Keime eine ein halbe, drei Viertel, 1, usw. Kornlänge erreicht haben. Auch das fertige Darrmalz wird auf die Blattkeimlänge untersucht. Sehr zweckmäßig ist es, diese Untersuchungsergebnisse wie folgt zu gruppieren: 1. Blattkeime unter einer halben Kornlänge, 2. Blattkeime von einer

halben Kornlänge, 3. Blattkeime von drei Viertel Kornlänge, 4. Blattkeime von 1 Kornlänge, 5. Blattkeime über 1 Kornlänge.

### 17. Die Bestimmung des Tausendkorngewichtes.

Man zählt 2mal 500 Körner ab und bestimmt das Gewicht, welches mit 2 multipliziert das Tausendkorngewicht liefert. Für Vergleichszwecke überrechnet man das Tausendkorngewicht auf die Trockensubstanz. Für das Abzählen der 500 Körner kann man den Kickelhaynschen Zählapparat gebrauchen, welcher eine schüttelbare, kupferne, durchlochte Zählplatte besitzt.

### 18. Die Bestimmung des Hektolitergewichtes.

Zu dieser Bestimmung benutzt man einen geeichten Getreideprober, mit dessen Hilfe man das Gewicht eines festen Volumens (ein Viertel Liter) abmißt und das entsprechende Hektolitergewicht aus der dem Apparat beigefügten Tabelle entnimmt. Besonders bekannt ist der Getreideprober nach Brauer. Das Hektolitergewicht kann nicht einfach durch Multiplikation des ein Viertel-Liter-Gewichtes mit 400 erhalten werden, es müssen Korrekturen angebracht werden.

### 19. Die Untersuchung des Mehlkörpers.

#### a) Bestimmung der Glasigkeit.

Eine bestimmte Anzahl von Körnern (gewöhnlich 200) werden querschnitten. Für diesen Zweck dienen die Gerstenschneider nach Pohl, Grobecker, Heinsdorf usw., welche im Prinzip identisch sind. Sie bestehen aus zwei übereinandergelagerten durchlochten Platten, welche in jedem Loch 1 Korn aufnehmen. Man schiebt zwischen die beiden gelochten Platten eine mit geschärftem Rand versehene dritte Platte, welche die in den Löchern befindlichen Körner entzwei schneidet. Entfernt man die obere gelochte Platte und die Schneideplatte, so liegt der Kornquerschnitt zur Beobachtung frei. Man zählt nun ab, wieviel mehlig, halbglasig und glasig Körner vorhanden sind und überrechnet das Ergebnis auf Prozente.

Auch die Feststellung der Spitzenglasigkeit ist von großem Interesse. Zu diesem Zwecke bereitet man den Längsschnitt mit dem Kickelhaynschen Längsschnittapparat, welcher auf einer runden Platte Vertiefungen für die Körner, eine sich im Kreis bewegende Walze und ein sich ebenso bewegendes Messer besitzt.

#### b) Bestimmung der scheinbaren und der wahren Glasigkeit des Getreides.

Man bestimmt zuerst die ursprüngliche Glasigkeit, sodann weicht man 50 g Getreide für 24 Stdn. in Wasser von 15—20° C. Die geweichten

Körner werden zuerst auf Filterpapier vom anhaftenden Wasser befreit, man trocknet sie dann bei 30°C, bis ihr Gewicht ungefähr 49 g beträgt. Jetzt schneidet man die Körner durch und bestimmt wieder die Anzahl der mehligten, halbglasigen und ganzglasigen Körner. Nach Prior trocknet man bei 40 °C. Prior berechnet aus der Verminderung der Glasigkeit beim Weichen und Trocknen einen „Auflösungsgrad“

$$A = \frac{(M_1 - M) 100}{100 - M} + M,$$

wo  $A$  = Auflösungsgrad,

$M$  = Prozente der mehligten Körner im unbehandelten Getreide,

$M_1$  = Prozente der mehligten Körner nach dem Behandeln.

Nach H. T. Brown berechnet man folgenden Mehligkeitskoeffizienten:

$$M = \frac{100m + 50h + g}{100},$$

wenn  $m$  die Zahl der mehligten,  $h$  die Anzahl der halbglasigen und  $g$  die Anzahl der ganzglasigen Körner in Prozenten angibt. Nach dem Behandeln (Weichen und Trocknen) bestimmt man nochmals diesen Koeffizienten ( $M_1$ ) und berechnet sich als charakteristische Zahl die Differenz  $M_1 - M$  oder das Verhältnis  $\frac{M_1}{M}$ . Dieser letztere Vergleich wurde von H. T. Brown nicht vorgeschlagen, er soll bloß als eine zweckmäßige Ergänzung des Vorschlages von H. T. Brown betrachtet werden.

## 20. Die Bestimmung des Spelzenanteiles nach G. Luff.

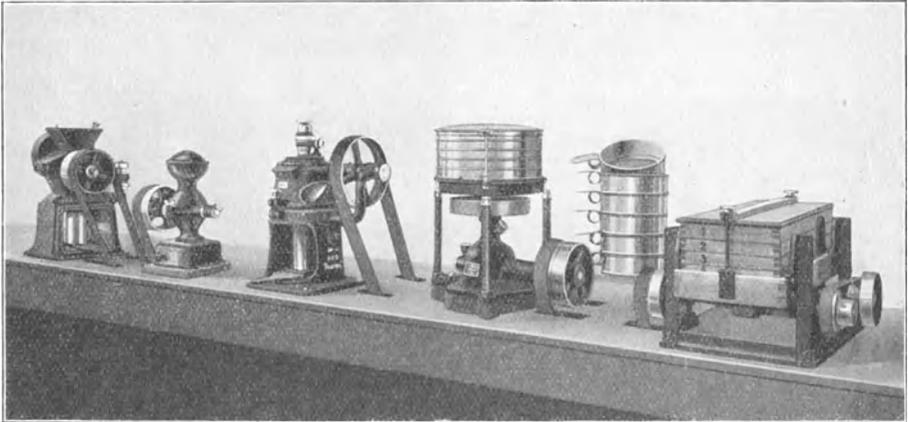
Man wägt 50 Körner genau ab, bringt sie nebst 10 cm<sup>3</sup> 5proz. Ammoniak in ein starkwandiges Fläschchen, verschließt dieses mit einem Korke, stellt es ins Wasserbad, erhitzt bis auf 80°C und beläßt 1 Stde. bei dieser Temperatur. Dann bringt man den Inhalt heraus, löst die Spelzen mit einer Pinzette ab, trocknet etwa 4 Stdn. lang bei 100° und wägt. Zu der gefundenen Zahl wird ein Zwölftel hinzugerechnet, entsprechend dem bei der Ammoniakbehandlung entstandenen Gewichtsverluste.

## 21. Die Sortierung.

### a) Die Getreidesortierung.

Um die Größenverteilung des Getreides festzustellen, benutzt man Schüttelsiebe, und zwar Handschüttelsiebe oder Siebe mit mechanischer Schüttelvorrichtung. Die Handsiebe haben gewöhnlich eine runde Form, liefern aber keine zuverlässige und gleichmäßige Werte, da das Schütteln mit der Hand sehr unzuverlässig und ungleichmäßig ist (Abb. 136e). Heute verwendet man fast nur Sortiersiebe mit mechanischer Schüttelvorrichtung (Abb. 136f). Das Sortiersieb besitzt drei

Siebe, deren Maschenweiten verschieden sind, und zwar normal für Gerste und Malz 2,8, 2,5 und 2,2 mm. Die Tourenzahl der Schüttelvorrichtungen beträgt normal 300—320 in der Minute. Zur Untersuchung werden 100 g Getreide oder Malz abgewogen und auf das oberste, weite Sieb des Apparates gleichmäßig ausgeleert, sodann setzt man den Apparat für 5 Min. in Bewegung, vorher schließt man ihn mit dem zu-



a b c d e f

Abb. 136. Getreide- und Malzprüfapparate.

gehörenden Deckel ab. Nach 5 Min. ist die Gerste (im allgemeinen das Getreide) oder das Malz in 4 Größen getrennt, und zwar

1. vollbauchige Körner, 2. bauchige Körner, 3. magere Körner,
4. Abfall.

Man entleert nun die einzelnen Siebeinsätze. Die abgewogenen Gewichte liefern sofort die Prozente.

b) Die Feststellung des Feinheitgrades des Schrotetes.

Siehe Bonner Vereinbarung S. 305 (Abb. 136d), Plansichter.

## 22. Die Farbenbestimmung.

Die Farbenbestimmung des Getreides erfolgt auf rein subjektiver Grundlage. Die Farbe wird mit weißlichgelb, gelb, dunkelgelb, rötlich usw. bezeichnet. Besonderes Gewicht ist darauf zu legen, daß die Farbe der Körner ganz gleichmäßig ist. Die Malzfarbe wird ebenso bestimmt.

Die Farbe des Malzmehlkörpers wird mit Weiß, schwach Gebräunt, stark Gebräunt bezeichnet und wird in Prozenten ausgedrückt.

Bezüglich der Würzefarbe siehe auch Bonner Vereinbarung. Die Bestimmung erfolgt auf kolorimetrischem Wege mit einer n/10-Jodlösung: 12,7 g Jod + 40 g KJ auf 1 l Wasser.

Zur Farbbestimmung verwendet man parallelwandige Gläser, von denen das eine mit der zu untersuchenden Würze, das andere mit 100 cm<sup>3</sup> Wasser gefüllt ist; zu diesem läßt man aus einer Bürette so lange von der Jodlösung zutropfen, bis die Farbe des Wassers der der Würze gleichkommt. Die Angabe der Farbentiefe erfolgt in Kubikzentimetern der verbrauchten Jodlösung, und zwar 0,15—0,175, 0,175—0,2, 0,2—0,25 cm<sup>3</sup> n/10 Jodlösung usw.

An Stelle der Jodlösung kann man die von Brand empfohlenen Farbstofflösungen anwenden. Ein Gemisch von 16 Teilen Viktoriagelb, 1 Teil Patentblau, 2,5 Teilen Echtbraun und 4 Teilen Bordeaux wird mit chloroformhaltigem Wasser zu 1 l gelöst; diese Lösung besitzt die Farbe der n/10 Jodlösung. Durch Verdünnen der Lösung kann man sich eine beliebige Anzahl von Lösungen herstellen von der Farbentiefe 0,1, 0,2, 0,3 usw. Diese Lösungen kann man in parallelwandigen Flaschen verwahren; sie dienen zum Vergleich mit der in einer ebensolchen Flasche befindlichen Würze.

Die Farbe der Dick- und Trockenextrakte bestimmt man immer für eine Lösung mit 10% Trockenextraktgehalt.

### 23. Die Geruchsbestimmung.

Die Bestimmung ist rein subjektiv, und man muß darauf achten, daß das Getreide keinen dumpfen, modrigen Geruch haben soll. Das Getreide soll einen frischen, strohartigen, das Malz den charakteristischen süßlich-angenehmen, aromatischen Malzgeruch besitzen.

### 24. Die Untersuchung auf Reinheit.

Aus 100—200 g Getreide werden mit einer Pinzette die fremden Bestandteile ausgelesen und gewogen.

### 25. Die Schrotmühlen.

Für Laboratoriumszwecke benötigt man eine Grobschrot- und eine Feinschrotmühle. Als solche gelangen die „Seckschen“ Mühlen allgemein zur Anwendung, besonders da sie von der Bonner Vereinbarung vorgeschrieben sind.

Die Secksche Grobschrotmühle (Abb. 136a) wurde vom Internationalen Chemikerkongreß in Berlin 1903 als Normalapparat für die Malzanalyse angenommen. Sie besteht aus einem Hartgußwalzenpaar. Die eine Walze ist festgelagert, die andere kann mit Hilfe eines Exzenters durch Mikrometerschraube verstellt werden. Der Antrieb erfolgt durch Handkurbel oder Riemen.

Das Schrotprodukt fällt in einen Maischbecher, der sich mit seinem Rand dicht an die untere Mündung des Walzengehäuses anschließt, so

daß durch die Fuge keine Verstaubung eintreten kann. Das Anpressen wird durch einen keilförmigen Holzschieber bewirkt, den man nur zurückziehen braucht, um den Becher herausnehmen zu können.

Die Einstellung des Feinheitsgrads geschieht durch Drehung einer Griffmutter, die mit einer fein geteilten Skala versehen ist. Diese Skala dient jedoch nur als Anhalt, damit für das Stellen nicht zuviel Zeit verlorengeht. Maßgebend für die Einstellung ist allein die Schrotzusammensetzung, die nach den Bonner Vereinbarungen vom 5. Juni 1914 mittels eines Pfungstädter Plansichters geprüft werden soll (S. 305).

Die Laboratoriumsmühle für Feinmehl (Abb. 136c) liefert bei einmaligem Durchgang ein überaus gleichmäßiges Mahlprodukt und kann in weiten Grenzen bis zum höchsten Feinheitsgrad eingestellt werden. Sie findet Verwendung sowohl für Malzanalyse als auch bei der Vermahlung von Gerste zur Bestimmung des Stickstoffgehaltes.

Die Einschüttung des Mahlguts geschieht mit Hilfe eines Blechtrichters durch eine im Gehäuse befindliche Öffnung, die während der Arbeit durch einen Deckel verschlossen ist. Das Mahlprodukt fällt in einen untergestellten Maischbecher, dessen Mündung wie bei der Grobschrotmühle durch einen keilförmigen Holzschieber an den mit Gummi belegten Rand der Auslauföffnung angepreßt wird, so daß jede Verstaubung ausgeschlossen ist.

Die Regelung des Feinheitsgrades erfolgt durch die Drehung einer mit feingeteilter Skala versehenen Mikrometerhülse, an der sich ein Griffädchen befindet.

Die Mahlkörper sind geriffelt, ähnlich denjenigen einer Kaffeemühle, unterscheiden sich aber von diesen wesentlich dadurch, daß sich die Kegel nach unten verjüngen.

Die Laboratoriumsmühle für Feinschrot (Abb. 136b) hat eine verhältnismäßig große Leistung und kann auf jeden beliebigen Feinheitsgrad eingestellt werden. Die Mühle findet Verwendung, wo es sich darum handelt, Malz für die Feinschrotanalyse schnell zu vermahlen, sie enthält in einem gußeisernen Gehäuse ein paar senkrecht angeordnete Mahlscheiben, denen das in den Trichter eingeschüttete Malz von der Mitte her zugeführt wird. Die eine dieser aus glashartem Stahl hergestellten Scheiben steht fest, während die andere durch Drehung der beiden Kurbelscheiben in Bewegung gesetzt wird.

### C. Die Betriebskontrolle.

Das Grundprinzip der Betriebskontrolle ist, daß über sämtlichen Daten, welche sich auf die Qualität der Rohstoffe, der Zwischenprodukte der fertigen Ware beziehen, schriftliche Aufzeichnungen geführt werden müssen. Diese Stoffe werden mit Hilfe der Methoden der Abschnitte A, B

untersucht. Bei den diastatischen Extrakten ist das Hauptgewicht auf die Verrechnung bzw. Verfolgung der Diastaseeinheiten (DK) zu legen. Man wird dadurch die Hauptverlustquellen feststellen und sie unter Umständen eliminieren können. Nicht weniger wichtig ist die Verfolgung des Extraktgehaltes vom Rohstoff bis zum fertigen Extrakt. Um diese Kontrollen und die darauf fußenden Verrechnungen durchführen zu können, wird man genaue Aufzeichnungen über das Schicksal der einzelnen zur Aufarbeitung gelangenden Rohstoffpartien führen müssen.

Es soll z. B. 1000 kg Gerstentrockensubstanz mit einer Extraktausbeute von 78% vermälzt werden. Man gewinnt aus dieser Gerstenmenge z. B. 820 kg Malztrockensubstanz mit einem Extraktgehalt von 79%. Es standen also in der Gerste 780 kg Extrakt zur Verfügung, während im Malz nur mehr 647,8 kg Extrakt vorhanden sind. Der absolute Extraktverlust beträgt also  $780 - 647,8 = 132,2$  kg oder in Prozenten ausgedrückt 16,95%, d. h. es stehen nur mehr 83,05% des ursprünglichen Extraktes zur Verfügung. Beim Maischen wird die Menge der Würzen und ihr Extraktgehalt festgestellt. Insgesamt soll die in den Würzen befindliche Gesamtextraktmenge 641,1 kg betragen. Der absolute Extraktverlust beträgt dann  $647,8 - 641,1 = 6,7$  kg. Auf den Malzextraktgehalt berechnet, entspricht dies 1,03%, auf das ursprüngliche Gerstenextrakt berechnet: 0,85%. Nach dem Verdampfen erhält man 750 kg Dickextrakt mit 23,5% Wassergehalt. Man hat also insgesamt 573,8 kg Trockenextrakt. Dies entspricht einem absoluten Extraktverlust von  $641,1 - 573,8 = 67,3$  kg oder in Gerstenextraktprozenten ausgedrückt 8,63%; in Malzextraktprozenten ist dies 10,39%. Man hat also aus 780 kg Gerstenextrakt bloß 573,8 kg Extrakt als fertige Ware erhalten. Die Verluste waren

beim Mälzen . . . . .	132,2 kg = 16,95%
„ Maischen . . . . .	6,7 kg = 0,85%
„ Verdampfen . . . . .	67,3 kg = 8,63%
	206,2 kg = 26,43%

Berechnet man für jede Fabrikation die Extraktausbeute, so wird man ständig eine hinreichende Kontrolle über die Funktion des Betriebes haben.

In ähnlicher Weise kann man die Diastasewirtschaft überprüfen. Wir sollen z. B. 800 kg Grünmalztrockensubstanz mit  $DK = 10000$  aufarbeiten. Die vorhandenen gesamten Diastaseeinheiten betragen demgemäß 8000000. Nach dem Darren haben wir ebenfalls 800 kg Trockensubstanz mit  $DK = 8500$ , die gesamte DK ist also 6800000. Der absolute DK-Verlust beträgt  $1200000 = 15\%$ . Beim Maischen erhalten wir in den Würzen 5450000 Diastaseeinheiten. Der absolute DK-Verlust beim Maischen ist also  $1350000 = 16,88\%$  auf das Grünmalz berechnet. Beim Verdampfen erhalten wir 750 kg Dickextrakt mit DK

= 4800, also insgesamt 3 600 000 DK-Einheiten. Der absolute Verlust beim Verdampfen ist 1 850 000 Einheiten = 23,13%. Wir hatten also im Grünmalz insgesamt 8 000 000 Diastaseeinheiten erzeugt, davon gingen verloren

beim Darren . . .	1 200 000 Einheiten =	15,00%
,, Maischen . . .	1 350 000 „ =	16,88%
,, Verdampfen . . .	1 850 000 „ =	23,13%
	4 400 000 Einheiten =	55,01%

Die Diastaseausbeute war also 3 600 000 Einheiten = 44,99%.

Um über den ganzen Betrieb und über den Fabrikationsverlauf einen ständigen Überblick zu haben, müssen auch über die Betriebserzeugnisse Aufzeichnungen geführt werden. Es würde zu weit führen, diese für alle Einzelheiten niederzulegen.

## VIII. Die praktische Anwendung der Malzextrakte.

Wie bereits öfters erwähnt wurde, finden die Malzextrakte eine Anwendung in 2 Richtungen (S. 2 usw.), und zwar

1. in der Textilindustrie und 2. in der Nahrungsmittelindustrie.

Die Nahrungsmittelindustrie selbst verwendet die Extrakte wieder in zwei Richtungen, und zwar 1. als Backhilfsmittel und 2. als ausgesprochenes Nahrungsmittel (künstliche Nährpräparate usw.). Die pharmazeutische Anwendung ist eigentlich auch nur eine Anwendung als Nahrungsmittel. Es wurden auch Versuche angestellt, die Malzextrakte für die Lederindustrie zu verwerten, doch ohne jeden nennenswerten Erfolg. Im folgenden sollen die einzelnen Anwendungsgebiete besprochen werden. Auf viele Einzelheiten, besonders die die Textilindustrie betreffenden, kann hier nicht eingegangen werden, da diese auf ein anderes Gebiet gehören, und im Rahmen dieses Buches nicht genügend Raum hierfür zur Verfügung steht. Es werden also folgende Anwendungsgebiete besprochen:

1. Die Malzextrakte als Backhilfsmittel,
2. die Malzextrakte für die Textilindustrie,
3. die Malzextrakte für die Lederindustrie,
4. die Malzextrakte als Nahrungsmittel und für pharmazeutische Zwecke.

### A. Die Malzextrakte als Backhilfsmittel.

Die Anwendung der Malzextrakte bzw. des Malzes als Backhilfsmittel blickt bereits auf eine Vergangenheit von einigen Jahrzehnten zurück. Die Malzextrakte selbst wurden vor ungefähr 25 Jahren von der Malzfabrik Hauser & Sobotka, Wien-Stadlau, eingeführt. Da die dickflüssigen Extrakte gegenüber dem früher gebrauchten Malzmehl manche Vorteile besitzen, verbreitete sich das von genannter Firma erzeugte

Diamalt äußerst rasch, und obwohl heute eine große Anzahl von ähnlichen Präparaten (Erdebamalt, Monopol, Orzil, Maltine, Unomalt, Glicorso, Sitmalt, Frammalt usw.) sich im Handel befindet, hat doch das Diamalt die Oberhand behalten.

Um die Anwendung der Malzextrakte als Backhilfsmittel verstehen zu können, müssen ganz kurz die Vorgänge, welche sich bei der Teigbereitung abspielen, besprochen werden.

Die Wirkung der zum Teig zugesetzten Hefe beruht darauf, daß diese ihre Lebenstätigkeit im Teige fortsetzt, dabei Kohlensäure entwickelt und dadurch den zähen Teig lockert. Die Hefe ruft also die bekannte löcherige, lockere Struktur des Brotes oder des Gebäckes hervor. Um diese Tätigkeit ausüben zu können, müssen aber der Hefe genügend Nährmittel zur Verfügung stehen. Die wichtigsten Hefenährmittel sind die löslichen Zucker und die abgebauten Eiweißsubstanzen. Die Menge beider Stoffe im Teig bestimmt also die Kraft, mit welcher die Hefe ihre Tätigkeit entfalten wird. Im Mehl bzw. im Teig ist stets eine kleine Menge von löslichem Zucker und Eiweißabbaustoffen vorhanden, welche zumeist genügen, um den Beginn der Hefegärung zu sichern. Außerdem besitzt das Mehl stets eine bestimmte diastatische und peptolytische Kraft, welche für den weiteren Abbau der Stärke und des Eiweißes sorgt und dadurch die weitere Hefegärung ermöglicht. Wie nun diese Gärung verläuft, hängt in erster Linie von den Mehleigenschaften, d. h. von der Menge der vorgebildeten Nährstoffe und von der vorhandenen enzymatischen Kraft ab. Sollten weder vorgebildete Nährstoffe noch enzymatische Kraft vorhanden sein, so kann man trotzdem eine, wenn auch noch so langsame Gärung beobachten, da die Hefe auch Enzyme enthält und im Notfalle selbst die löslichen Nährstoffe erzeugen kann. Durch diese letztere Tätigkeit wird die Hefe aber abgeschwächt und kann sich nicht entsprechend im Teige vermehren, und man benötigt entsprechend mehr Hefe zur Teigbereitung.

Die Eigenschaften des Mehles schwanken in sehr weiten Grenzen. Das normale Mehl enthält nur geringe Zuckermengen und lösliche Eiweißmengen, doch ist die enzymatische Kraft hinreichend, um die Gärung zu gewährleisten. Es gibt also Mehle, welche anstandslos backfähig sind, nur muß man dem Teig eine genügende „Reifezeit“ gewähren, bis die Enzyme die erforderliche Hefenahrung erzeugen. Andere Mehle besitzen diese Eigenschaften nicht, sind deshalb schwer backfähig, während wieder andere Mehle zuviel Nährstoffe und Enzyme enthalten und daher leicht backfähig oder überhaupt nicht backfähig sind, wie dies im folgenden klargelegt wird.

Zur Vereinfachung des ganzen Problems betrachten wir die Bedeutung der löslichen Kohlenhydrate und der Eiweißabbaustoffe voneinander getrennt.

Die Bedeutung der löslichen Kohlenhydrate kann ganz kurz behandelt werden. Ist die Enzymwirkung schwach, so verläuft die Teiggärung sehr langsam, und die Reifezeit wird sehr lang. Man kann die Teiggärung kräftiger machen und die Reifezeit verkürzen, wenn man zum Teig gärfähigen Zucker zufügt. Eine solche Zuckerart ist die Maltose, welche auch im Teige unter dem Einfluß der Enzyme entsteht. In den Malzextrakten steht uns eine wertvolle Maltosequelle zur Verfügung. Die Malzextrakte haben also in der Maltosezufuhr ihre erste Bedeutung. Mit dem Malzextrakt führt man dem Teig auch aktive Diastase zu, wodurch die Gärung schneller und kräftiger beginnt, und außerdem wird der Verlauf der Gärung in hinreichendem Maße sichergestellt. Die Maltosezufuhr könnte auch unmittelbar als Maltose erfolgen, so daß der Zusatz von aktiver Diastase überflüssig ist, nur muß der Extraktzusatz in größerem Maße erfolgen. Die Gegenwart der Diastase hat den Zweck, die Extraktgabe zu vermindern. Der Diastasegehalt ist also keine Grundbedingung, sondern bloß eine praktische Forderung. In der Praxis hat sich ein Standardwert für die diastatische Kraft der Backextrakte entwickelt; er beträgt  $DK = 3500-5000$ . Je kleiner die  $DK$  ist, um so mehr Extrakt muß dem Teig zugesetzt werden. — Neben der Maltose entsteht unter Einfluß der Diastase Dextrin im Teig. Wir wissen, daß die Dextrinisierung beim Backen (Röstgeschmack) eine wichtige Bedeutung hat. Die Farbe der Rinde wird in Gegenwart von viel Dextrin viel schöner. Das Dextrin verschönert also das Äußere des Gebäckes, indem die Farbe schön rötlichbraun wird. Auch die Rinde wird kräftiger. Die Gegenwart der Maltose erhöht den Trieb der Hefe, es entwickelt sich viel Kohlensäure, wodurch der Teig leichter gehoben wird und das fertige Gebäck eine lockere Struktur erhält, als ohne Zusatz von Extrakt. Besonders gilt dies bei Mehlen, die einen sehr zähen Kleber enthalten und deshalb nur einen schwer aufsteigenden Teig liefern. Damit wäre auch die Bedeutung der Maltose erklärt.

Weit verwickelter ist die Lage bei den Eiweißabbauprodukten. Die Bedeutung dieser hängt streng mit den Klebereigenschaften zusammen, dabei muß man bedenken, daß der Kleber für die Eigenschaften des Teiges und für die Backfähigkeit des Mehles ausschlaggebend ist.

Die Backfähigkeit eines Mehles wird in erster Linie von den physikalischen Eigenschaften des Klebers entschieden. Das Aufsteigen des Teiges beruht darauf, daß der elastische Kleber die gasförmige Kohlensäure in Blasenform einschließt. Je elastischer der Kleber ist, um so besser wird die Kohlensäure eingeschlossen und um so besser behält der Teig seine Form. Ist der Kleber weich, so fließt er leicht und das Gebäck bekommt eine flache Form. Diese unschöne Form wird noch dadurch gefördert, daß der weiche Kleber die Kohlensäure schlecht einschließt, der Teig steigt nicht an, und das Gebäck bleibt wieder ganz flach.

Die Elastizität des Klebers hängt von seiner chemischen Zusammensetzung ab. Der Kleber besteht aus verschiedenen Eiweißstoffen, wie Albumine, Gliadin, Globuline, Glutenfibrin, Glutenin, Mucedin usw. Neben diesen unveränderten Eiweißsubstanzen ist noch eine ganze Reihe von Abbaustoffen, bis zu Aminosäuren, vorhanden. Die Elastizität hängt einerseits vom Verhältnis der verschiedenen Klebereiweißstoffe, andererseits vom Grad des Eiweißabbaues ab. Die Kleberfrage ist heute noch nicht geklärt. Es steht aber so viel fest, daß es Klebersorten gibt, welche trotz geringer Peptolyse sehr weich sind, während andere Sorten trotz größerer Peptolyse einen hochelastischen Kleber besitzen. Beim Teigzubereiten beginnt auch eine Peptolyse. Jene Mehle, welche einen schon teilweise abgebauten Kleber besitzen und dabei eine starke proteolytische Wirkung aufweisen, geben einen schnell erweichenden Teig, der Teig wird also rasch reif. Dieses Erweichen kann natürlich nur bis zu einer bestimmten Grenze gehen, da sonst der zu stark erweichte Kleber die Kohlensäure nicht zurückhalten kann, der Teig fließt und das Gebäck wird sehr flach.

Die Backfähigkeit des Mehles ist eine Funktion der Kleberelastizität und der Anwesenheit der Abbaustoffe. Die Hefe kann ihre Tätigkeit nur dann entfalten, wenn Abbaustoffe vorhanden sind, während der Teig nur dann die erforderliche Höhe erreichen kann, wenn der Kleber eine entsprechende Elastizität besitzt. Nur jenes Mehl ist tadellos backfähig, welches den eben erforderlichen Abbau und die notwendige Menge Abbaustoffe besitzt. Jede Abweichung, in welcher Richtung immer auch, verschlechtert die Backfähigkeit. Abweichungen sind in folgenden Fällen möglich: 1. Der Kleber besitzt eine hohe Elastizität, ist wenig abgebaut, und die peptolytische Kraft des Mehles ist gering. 2. Der Kleber besitzt eine kleine Elastizität, ist stark abgebaut, und die peptolytische Kraft ist groß. Diese beiden Fälle sind die extremen Fälle. Ein dritter Fall ist, daß der Kleber weich ist, so daß ein weiterer Abbau das Mehl backunfähig machen würde, die Menge der Abbaustoffe ist unzureichend, und dabei ist die peptolytische Kraft unbedeutend. Fall 2 ist ein Mehl, welches überhaupt nicht verbacken werden kann. Fall 1 und 3 repräsentieren Mehl, welches normal nicht gut verbacken werden kann, da im Fall 1 die Reifezeit sehr lang ist, und der Teig läßt sich nur sehr schwer ausdehnen, und als Folge bleibt das Volumen des Gebäckes klein. Im Fall 3 erweicht die Hefe den Kleber zu stark, und daher liefert der Teig kein gutes Gebäck. In beiden Fällen kann durch Zusatz von Malzextrakten abgeholfen werden und dadurch die Mehle backfähig gemacht werden.

Ist der Kleber sehr elastisch und die peptolytische Kraft gering, so muß der Hefe einerseits löslicher Stickstoff (Abbaustoff) gereicht werden, und dabei muß zum Teige ein peptolytisches Enzym zugefügt werden, welches den Kleber energisch abbaut und die Elastizität verringert. Es

muß also ein Malzextrakt verwendet werden, welches neben löslichem Stickstoff auch Peptase enthält. Die Wirkung dieses Extraktes ist nun ein schnelleres Reifen des Teiges, die Zunahme des Gebäckvolumens. Der größte Teil der Handelsextrakte (fast alle) enthält aber keine Peptase, so daß diese bloß eine Stickstoffquelle bilden. Der Abbau des Klebers muß daher von der geringen Mehlpeptase besorgt werden.

Ist der Kleber sehr weich und die peptolytische Kraft gering, so kann nur ein Malzextrakt mit hohem löslichem Stickstoffgehalt, doch ohne Peptase, verwendet werden. Dieser Bedingung genügen die gewöhnlichen Handelsextrakte. Enthält das Extrakt Peptase, so wird der Kleber abgebaut und der Teig erweicht. Der peptasefreie Malzextrakt schützt gewissermaßen den Kleber gegen die abbauende Tätigkeit der Hefe.

In praktischer Hinsicht ist der Fall I der wichtigere. Für diese Mehlsorte verwendet man die Malzextrakte in erster Linie. Man sieht aber, daß die Handelsextrakte auch eine höhere peptolytische Kraft besitzen müßten.

In der Praxis trifft man oft sog. Malzmehl, welches ein auf 60% ausgemahlenes Malzmehl ist und dabei viel Spelzen enthält. Das Malzmehl hat wohl denselben Zweck, wie die Malzextrakte, doch ist die Wirkung verschieden. Das Malzmehl besitzt in erster Linie Diastase und Peptase, während Maltose nur in geringen Mengen vorhanden ist. Auch die lösliche Stickstoffmenge ist klein. Die Malzmehle werden dem Teig einfach zugemischt, die Diastase und die Peptase bauen dann die Kohlenhydrate und das Eiweiß ab. Da die peptische Wirkung des Malzmehles relativ hoch ist, wird man bei seiner Anwendung sehr darauf achten müssen, da nicht eine zu hohe Malzmehlgabe den Kleber zu stark erweicht. Bei etwas weichem oder beim Reifen erweichendem Kleber wird man kein Malzmehl verwenden können, während peptasefreie Extrakte noch wertvolle Dienste leisten. Das Malzmehl hat auch den großen Nachteil, daß es viel Spelzenanteile enthält und dadurch dem Gebäck eine dunkle Farbe verleiht. Des weiteren läßt sich die Wirkung nie genau voraussagen (stark schwankende Eigenschaften), so daß kein gleichmäßiger Teig erzeugt werden kann. Die Behauptung ist also nicht richtig daß die Anwendung und Dosierung der Malzmehle bequemer und billiger ist. Übrigens beweist die Praxis, daß der Bäcker heute lieber mit einem Dickextrakt arbeitet als mit Malzmehl, da die Anwendung des letzteren viel zu umständlich ist.

Es ist klar, daß man die Malzextrakte nicht ganz kritiklos dem Mehl zusetzen darf, der Bäcker muß seinen Teig gut kennen und dementsprechend die Malzgabe wählen und den Teig führen. Man sieht auch, daß im Prinzip eigentlich zweierlei Extrakte erforderlich wären, ein peptasereiches und ein peptasearmes Extrakt. Sind die Extrakte reich an Stickstoff, so wird man in allen Fällen ein gutes Ergebnis erreichen,

wenn dagegen das Extrakt an Peptase reicher ist, so ist bei weichen oder erweichenden Teigen Vorsicht geboten.

Die Malzextraktgabe beträgt im Durchschnitt  $1-1\frac{1}{2}\%$ .

Die Vorteile, welche durch Verwendung der Malzextrakte außer der verbesserten Backfähigkeit erreicht werden können, sind:

1. Kleinerer Hefeverbrauch, 2. größeres Gebäckvolumen, 3. schönere Farbe, 4. kürzere Arbeitszeit (Reifezeit), 5. kräftigere Rindenbildung.

Bezüglich der näheren Einzelheiten und der Eigenschaften des Teiges verweise ich auf die Fachliteratur.

## B. Die Malzextrakte für die Textilindustrie.

Die Verwendung der Malzextrakte erstreckt sich in der Textilindustrie auf:

1. Das Entschlichten, 2. die Wäscherei, 3. die Bleicherei, 4. die Druckerei, 5. die Herstellung von Schlichten und Apparaturmassen.

Die Verwendung von Diastasepräparaten in der Textilindustrie beruht auf folgenden Prinzipien: Die Gewebe sind vom Spinnprozesse her mit vorwiegend stärkehaltiger Schlichte behaftet. Aus dem fertigen Gewebe muß diese Schlichte wieder entfernt werden, um die weitere Aufarbeitung zu ermöglichen. Dies erfolgte früher durch ein langwieriges Gärverfahren oder aber durch Abkochen mit verdünnter Säure oder Lauge. Einerseits ist dieses Verfahren kostspielig (Dampfverbrauch), andererseits greift die Säure und die Lauge das Gewerbe an. Besonders nachteilig ist das Verfahren bei gemischtem Gewebe (Baumwolle-Schafwolle), denn würde man mit Lauge entschlichten, so wird die Schafwolle angegriffen, die Säureentschlichtung schadet wieder der Baumwolle. Außerdem kann mit diesem Verfahren die Entschlichtung nicht vollkommen durchgeführt werden. Die rückständige Schlichte kann viele Schwierigkeiten hervorrufen; eine der wichtigsten ist der nachteilige Einfluß auf die Mercerisation der Baumwolle: Der erreichte Glanzeffekt ist geringer, und außerdem wird die Mercerisationslauge derart stark verunreinigt, daß sie wiederholt nicht gebraucht werden kann. Wenn also die erwähnten Verfahren zur Entschlichtung der Gewebe nicht geeignet waren, um so mehr geeignet erwies sich das hochdiastatische Malzextrakt, welches zuerst von Hauser & Sobotka, Wien-Stadlau, zur Entschlichtung empfohlen wurde. Das Diastafor dieser Firma hat seither eine ganze Reihe von Nachahmungen erhalten, wie Multomalt, Zellomaltoin, Backros liquefier, Polyval, Prunal, Polygen, Diastol, „Reine Diastase“, Pandiastase, Demidon, Sitafor, Framtase usw.

Die Verwendung des Malzextraktes zum Entschlichten beruht auf der Eigenschaft, Stärke auf diastatischem Wege verzuckern zu können. Zu

diesem Zwecke behandelt man die Gewebe mit einem Malzextraktbade, und zwar mit einer im Durchschnitt  $\frac{1}{4}$ —2% hochdiastatisches Malzextrakt enthaltender Lösung. Die Konzentration des Bades hängt vom Schlichtegehalt des Gewebes ab, weshalb keine allgemeine Vorschrift gegeben werden kann. Man löst das Extrakt in lauem Wasser und erwärmt sodann die Flotte auf 62—65° C. Man vermeidet die Gegenwart fremder Substanzen (besonders Alkalien, Säuren). Die Entschlichtung dauert ca. eine halbe Stunde, während welcher Zeit die Schlichte vollkommen verzuckert und herausgelöst wird. Besitzt das Malzextrakt eine DK = 7—9000, so genügen 2—3 kg, um 100 kg Schlichte löslich zu machen. Die Malzextraktflotte kann wiederholt benutzt werden, bis die diastatische Kraft nicht zu stark abnimmt. Nach dem Entschlichten spült man unter Umständen das Gewebe mit lauwarmem Wasser.

Die Vorteile der Malzextraktentschlichtung lassen sich wie folgt zusammenfassen: Das Gewebe wird von der Schlichte restlos befreit, und deshalb werden auch die Ungleichheiten beim Färben vermieden, da diese eben durch ungleiche Entschlichtung hervorgerufen werden. Das Gewebe wird weitgehendst geschont, da Malzextrakt ein unschädlicher, indifferenten Körper ist und dabei die Entschlichtung bei einer verhältnismäßig niedrigen Temperatur erfolgt.

Die Malzextrakte für die Entschlichtung müssen also eine hohe DK besitzen, der Extraktgehalt ist bedeutungslos. Da die Schlichten auch eiweißhaltig sind, ist eine peptolytische Kraft der Extrakte zweckmäßig.

Ähnlich wie zur Entschlichtung kann Malzextrakt auch zum Waschen von neuer Wäsche verwendet werden, da hier die Entfernung der Stärke wichtig ist. Aber auch alte Wäsche kann man sehr schonenderweise mit Malzextrakt reinigen, da diese doch zumeist gestärkt ist. In der Praxis hat sich das Waschen mit Malzextrakt nicht eingebürgert, da es allein zur Reinigung der Wäsche nicht ausreicht.

Die Anwendung der Malzextrakte in der Bleicherei beruht auf der Tatsache, daß das Bleichen viel gründlicher erfolgt, wenn die Schlichte vorher entfernt wird. Durch die Malzextraktbehandlung erspart man die sonst übliche Vorkochung mit Alkalien (Lauge, Kalk usw.) und das Säuern.

Eine völlig andersartige Anwendungsweise der Malzextrakte in der Bleicherei wurde von Hauser & Sobotka, Wien, mit dem Kromozon genannten Malzpräparat eingeführt. Dieses Kromozon ist eigentlich ein hochdiastatisches Malzextrakt (Diastafor), welches mit Indigocarmin gefärbt und mit Rosmarinöl parfümiert ist, also im Prinzip nichts Neues ist. Angeblich soll das Präparat an Oxydasen besonders reich sein. Die Malzextrakte enthalten schon an und für sich Oxydasen, die Diastase hat selbst einen Peroxydasencharakter. Das neue Verfahren beruht darauf, daß dem Bleichbade das Kromozon zugefügt wird, wodurch an Bleichmittel (Chlorkalk) 50% erspart wird. Diesen Effekt sollen die Oxydasen

hervorrufen. Einen nicht geringen Anteil wird wohl das Indigocarmin am guten Effekt haben (Waschblau)! Vom chemischen Standpunkt ist zu bedenken, daß die Hypochlorite von Maltose reduziert werden. Ein nicht zu verschmähender Vorteil der Anwendung der Malzextrakte im Bleichbade ist, daß die gebleichte Ware völlig kalkfrei bleibt und dadurch einen weichen Griff erhält. Auf 1000 kg Ware nimmt man ungefähr 700—900 g Kromozon. An Stelle des Kromozons kann man wahrscheinlich getrost ein anderes Textilextrakt nehmen.

Einen vorzüglichen Dienst leisten die Malzextrakte zur Erzeugung von Appreturmassen und zur Verdickung der Druckfarben. In beiden Fällen erzeugt man eine konzentrierte Dextrinlösung. Die Verzuckerung erfolgt also bei hohen Temperaturen ähnlich wie beim Soxhletschen Nährzucker (S. 220). Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Malzextrakte eine hohe verflüssigende Kraft besitzen, während die verzuckernde Kraft nebensächlich ist.

Ein geeignetes Verfahren zur Erzeugung einer Verdickungsmasse ist: 12 kg Stärke werden mit 50 kg Wasser verrührt. 200 g Textilextrakt werden, in 2 kg Wasser gelöst, dem Gemisch zugefügt, sodann erwärmt man bis auf 65° und dann auf 70° mit einer Geschwindigkeit, daß die Stärke nicht verkleistert, sondern gleich gelöst wird. Die so erzeugte Verdickungsmasse wird zum Sieden erhitzt, man vermischt sie dann mit Tragakanth-, Novigant- usw. Schleim, Glycerin, Essigsäure usw., so wie es üblich ist.

Die Erzeugung von Appreturmassen und Schlichten mit Malzextrakt hat besondere Vorteile. Das erhaltene Dextrin ist säurefrei, während das handelsübliche Dextrin säurehaltig ist. Man kann auch auf diastatischem Wege eine stets gleichförmige Masse erzeugen, während das käufliche Dextrin je nach Ursprung andere Eigenschaften besitzt. Die Erzeugung der Dextrinlösung geschieht, wie es vorher bei den Verdickungsmassen geschildert wurde. Wegen der unbedingten Neutralität der so erzeugten Massen sind diese auch gegenüber den verschiedensten Farben indifferent. Das mit solchen Massen behandelte Gewebe erhält einen geschmeidigen Griff und beim Kalandern einen schönen Glanz.

Bezüglich der speziellen Vorschriften für die einzelnen Anwendungsmöglichkeiten verweise ich auf die Textilliteratur.

### C. Die Malzextrakte für die Lederindustrie.

Es wurde versucht, die Malzextrakte zur Entkalkung der Häute zu verwenden. Doch der Erfolg blieb aus, und die diesem Zweck dienenden Präparate konnten in der Praxis nicht durchdringen. Zur Entkalkung der Häute werden in der Lederindustrie vorwiegend Enzympräparate verwendet, doch haben diese eine ausgesprochene peptische Wirkung,

um die Häute zu lockern und dadurch das Eindringen der kalklösenden Substanzen zu erleichtern. Diese Enzymwirkung wird von Bakterien (*Bac. erodians*, *bac. furfuris*  $\alpha$  und  $\beta$  usw.) und von tierischen Enzymen (Bauchspeicheldrüse usw.) hervorgerufen. Der Kalk wird von der bereits gelockerten Haut mit Säuren und Zucker herausgelöst. Die Malzextrakte hatten die Aufgabe, einerseits die peptolytische Wirkung zu entfalten, andererseits vermöge ihres Maltosegehaltes den Kalk zu lösen. Die kalklösende Wirkung soll durch einen Säurezusatz gefördert werden. Das einzige dem Verfasser bekannte Malzpräparat ist das Diastonat (Hauser & Sobotka, Wien), welches im Wesen aus Diastafor, Ammoniumchlorid und Glycerophosphorsäure besteht. Das Präparat konnte sich nicht einführen.

## D. Die Malzextrakte für Nähr- und pharmazeutische Zwecke.

Die Malzextrakte besitzen infolge ihrer chemischen Zusammensetzung einen hohen calorischen Nährwert, und zwar haben die dickflüssigen Extrakte rund 3000 Calorien, die Trockenextrakte ca. 3800 Calorien für 1 kg. Die in ihnen befindlichen Nährstoffe sind alle in einer leicht assimilierbaren Form vorhanden. Sie gehören zu den Kohlenhydratnährstoffen, da sie in ihrer Hauptmasse aus löslichen Kohlenhydraten (Dextrin und Maltose) bestehen.

Nach den Versuchen von Voit sind zur normalen Ernährung täglich 500 g Kohlenhydrate für einen erwachsenen Menschen erforderlich, aber unter 50 g kann die tägliche Kohlenhydratmenge niemals sinken (Kohlenhydratminimum). Die Kohlenhydrate haben eine fettsparende Wirkung, da im Organismus so lange kein Fett verbrannt wird, bis verbrennbare Kohlenhydrate zur Verfügung stehen, so daß bei hinreichender Kohlenhydratnahrung der Fettansatz zunimmt. Die überflüssigen Kohlenhydratmengen können sich im Körper in Fett umwandeln und als solches sich ablagern. Diese Tatsachen bilden die erste Grundlage für den hohen Nährwert der Nährextrakte. Die zweite Grundlage ist der Vitamin Gehalt. Es wurde nachgewiesen, daß die Malzextrakte einen hohen Gehalt an B-Vitamin haben. Gerade dieser B-Vitamin-Gehalt ist bei uns etwas Entbehrliches, da dieser Faktor der antineuritische (antiberiberi) Faktor ist. Die Versuche von Mac Collum, Suzuki und Otake haben bewiesen, daß es außer Faktor A (fettlöslicher, wachstumfördernder Faktor) noch ein wasserlösliches Vitamin gibt, welches weder mit B noch mit C identisch ist und wachstumfördernd wirkt. Dieser Faktor befindet sich in großem Maße im Malzextrakt, und dies liefert die Erklärung für den hohen biologischen Wert, welcher sich besonders bei der Ernährung von Kindern gezeigt hat.

Die Malzextrakte haben also einen hohen calorischen und biologischen Wert und sind deshalb Nahrungsmittel ersten Ranges. Noch höher steigert ihren Wert die leichte Verdaulichkeit, wodurch sie sich nicht nur als ein wertvolles robrierendes, sondern auch als ein diätetisches Nahrungsmittel bewährt haben. Bei daniederliegender Verdauung, ungenügender Kohlenhydratverdauung (diastatische Wirkung!) leisten sie wertvolle Dienste.

Im Handel befindet sich eine Unmenge von Malzextraktén für Nährzwecke, welche ungefähr dasselbe leisten. Es sollen hier einige allbekannte trockene und dickflüssige Malzextrakterzeugnisse angeführt werden:

Löfflunds Malzextrakt, Dr. Wanders Malzextrakt, Chr. Brunnengräbers Malzextrakt, Liebes Malzextrakt, Maltyl-Gehe, Gloma-Dr. Wander, Kepler-Malzextrakt, Byno-Malzextrakt usw.

Die Malzextrakte wurden nicht nur in reiner Form, sondern auch in Kombination mit anderen Nahrungsmitteln als Kräftigungsmittel in den Handel gebracht, welche nicht selten geschäftlich eine sehr große Bedeutung erhalten haben. Solche Präparate waren:

Malztropon (nicht im Verkehr), Ovomaltine (Ovaltine), Biotose, Bronamalt usw., welche teilweise auch als Vitaminpräparate angepriesen wurden. Es sind besonders Kombinationen von Malzextrakt mit Milch, Eiern und Kakao beliebt (z. B. Ovomaltine usw.). Diese Präparate sind alle in Trockenform erhältlich.

Nicht zu unterschätzen sind die Malzextraktmengen, welche die Zuckerwarenindustrie zur Erzeugung von Malzzucker verbraucht. Die Malzextrakte werden in Verbindung mit Rohrzucker und Glucose zu Zuckerware verarbeitet. Zu erwähnen ist, daß Malzextrakt auch zur Erzeugung von Honigersatzmitteln verwendet wurde, doch hat es hier keine Bedeutung erreicht.

Zu erwähnen sind die zahlreichen diastatischen Präparate, welche selbst keine Malzextrakte sind, doch wurden sie aus verschiedenen Stärkesubstanzen durch Einwirkung von Diastase aufgeschlossen und dieser Art leichter verdaulicher gemacht. Solche sind die diastatisierten Getreidemehle und -flocken, besonders Hafermehl, Haferflocken usw. (Knorr, Krompacher, Jammet usw.).

Ein ganz spezielles Gebiet bilden die Kindernahrungsmittel, welche zur Zeit eine außerordentliche Bedeutung gewonnen haben. An erster Stelle steht Soxhlets Nährzucker, welcher Maltose und Dextrin im Verhältnis von 1:2 enthält und bei Ernährung von Säuglingen mit verdünnter Kuhmilch zum Ausgleich des Kohlenhydratmangels gegenüber der Muttermilch dient. Über die Erzeugung dieses Nährzuckers siehe S. 220. Der Soxhletsche Nährzucker wurde vielfach nachgeahmt (Hordenzym, Löfflunds Nährzucker, Nutromalt usw.).

Ein anderes Kindernährmittel ist die Kellersche Malzsuppe, welche nach Keller und Czerny zur fettfreien und alkalischen Ernährung der Säuglinge dient. Die Kellersche Malzsuppe wird wie folgt zubereitet:

$\frac{1}{3}$  l Milch,  
 $\frac{1}{3}$  l Wasser,  
 350 g Weizenmehl,  
 100 g Malzextrakt,  
 1,1 g Kaliumcarbonat.

Zur Erzeugung der Kellerschen Malzsuppe sind bereits alkalisierte Malzextrakte im Handel, welche aber eine geringe Haltbarkeit besitzen. Diesen Nachteil vermeidet das Hordomalt (Maltosan) Dr. Wanders, welches eine Mischung von Trockenmalzextrakt, Mehl und Kaliumcarbonat ist. Dieses Präparat liefert in Wasser und Milch aufgelöst die fertige Malzsuppe, so daß die viele Mühe, welche die Kellersche Vorschrift verursacht, entfällt.

Die sog. Malzmilch enthält Malzextrakt und Milch in trockener Form und dient ebenfalls zur Säuglingsernährung. Die Malzmilch ist für diesen Zweck besonders in England verbreitet (Hookers, Horlicks-Malzmilch usw.).

Es gibt auch sehr viele diastatische Kindermehle, welche in verdünnter Milch gelöst zur Ernährung der Säuglinge dienen. Diese gehören alle zum Typus des Kufeke-Kindermehles, welches ein diastatisiertes Weizenmehl ist. Viele enthalten auch einen Milchezusatz (Theinhardts Infantina, Allenburys food, Bengers food usw.).

Die Malzextrakte eignen sich auch vorzüglich zu Arzneikombinationen, und zwar zur Geschmacksverdeckung, als Emulgens oder als roborierende Komponente. Es gibt eine ganze Reihe derartige Kombinationen in flüssiger und trockener Form. Solche Kombinationen sind Malzextrakte mit Jod, Glycerophosphaten, Guajacolcarbonat, Hämoglobin, Chinin, Hypophosphiten, Eisensalzen usw. Besonders hervorzuheben sind die Lebertranpräparate, welche in Kombination mit Malzextrakten durch ihren großen Vitamingehalt hervorragen. Der größte Teil dieser besteht aus einer Emulsion von Lebertran in Malzextrakt (Kepler-Solution mit Lebertran, Maltosellol-Gehe usw.). In letzter Zeit erschien auch ein Malzextrakt-Lebertran-Trockenpräparat auf dem Markte (Jemalt Dr. Wander), doch ergab sich, daß dieses Präparat aus gehärtetem Lebertran erzeugt wurde und überhaupt keine Lebertranwirkung besitzt.

Für Zwecke der besonders in England verbreiteten Paraffinöltherapie (als Stuhlregulierungsmittel) wurde eine Anzahl von dickflüssigen oder trockenen Malzextrakt-Paraffinölemulsionen erzeugt, welche unter den verschiedensten Namen im Handel sind: Virolax, Cristolax usw. Diese Emulsionen werden zumeist unter Zuhilfenahme von Eiweißstoffen erzeugt.

## Literaturverzeichnis.

- Adler, L.: Z. f. d. ges. Brauwes. **38**, S. 137—142, 146—149.  
Allihn, F.: Journ. f. prakt. Chem., N. F., **22**, S. 56.  
Altenberg, A.: Chem. Ztg. **22**, S. 505.  
Arcichovsky, V.: Biochem. Ztschr. **50**, S. 233.  
Aubry: Z. f. d. ges. Brauwes. **21**, S. 485.
- Beavan: J. fed. Inst. Brew. **8**, S. 542.  
Bertrand-Thomas: Guide pour les manipulations de chimie biologique. 1910.  
Biedermann: Fermentforschung I, S. 56—83.  
— Biochem. Ztschr. **1922**, S. 38—46.  
Bleich-Regensburger: Z. f. d. ges. Brauwes. **28**, S. 628.  
Bode, G.: Z. f. Spirit.-Ind. **1906**, S. 10.  
— -Wlokka, A.: Wschr. f. Brauerei **37**, S. 372, 384.  
Bokorny, Th., Biochem. Ztschr. **50**, S. 1.  
Bottler, M.: Kunststoffe **1912**, S. 361, 388, 404.  
Bourquelot-Herissey: C. R. Acad. de Paris, CXXVII, S. 191.  
Brand: Z. f. d. ges. Brauwes. **22**, S. 251.  
Brown: Wschr. f. Brauerei **1904**, S. 582; **1910**, S. 79.  
— -Escombe: Transactions of the Guinness Res. Labor. 1903.  
— -Heron: Journ. Chem. Soc. Trans. **1879**, S. 596.  
— -Morris: Journ. of the chem. Soc. of London **1889**, S. 449; **1890**, S. 459; **1895**, S. 309.  
Bumeke-Wolffenstein: Ber. **32**, S. 2507.  
Busemann: Allg. Brauerei u. Hopfenztg. **65**, S. 481.
- Calabresi: Staz. sperim. agrar. ital. **39**, S. 69.  
Carlsson: Chem. and Metallurgical Eng. **1921**, S. 645.  
Chrzaszec, F.: Z. f. Spirit. ind. **1911**, S. 545.  
— Wschr. f. Brauerei **1913**, S. 358.  
— -Bidzinski-Krause: Biochem. Ztschr. Bd. **160**, S. 153.  
Clark, M. W.: The Determination of Hydrogen Ion Concentration. Baltimore 1920.  
Collatz, F. A.: Bull. of Amer. Inst. of Baking No. 9.  
Councler: Chem. Ztg. **18**, S. 966.  
Cross, C. F. u. Bevan, E. J.: Journ. of chem. Soc. of London **79**, S. 366.  
Cuisinier: Monit. Scientif. **1886**, S. 718.
- Doemens, K.: Tabelle zur Malz- und Bieranalyse. München-Berlin: R. Oldenbourg 1919.
- Eckenbrecher: Wschr. f. Brauerei **24**, S. 491.  
Effront: Monit. Scientif. 1906.  
— Compt. rend. **115**, S. 1324.  
— Les Enzymes et leurs applications. Paris 1900.  
Ellrod: Z. f. Spirit.-Ind. **1906**, S. 210.  
— Brennerei-Ztg. **1909**, S. 504.  
Emslander, F.: Allg. Zschr. f. Bierbrauerei u. Malzfabrik **43**, S. 366.  
— Z. f. d. ges. Brauwes. **1914**, S. 3, 16, 37, 79; **1915**, S. 196; **1916**, S. 170; **1919**, S. 127.  
Euler, Hans: Chemie der Enzyme. München: J. F. Bergmann.

- Falk, K. Georg: The Chemistry of Enzym Actions. New York.  
Falk-Frankl-Kee: Journ. Ind. and Eng. Chem. **11**, S. 1036—40.  
Farell, F. J.: Chem. Ztg. Rep. **1909**, S 99.  
Fernbach: Ann. de la Brasserie et Dest. **14**, S. 73.  
— -Hubert: Compt. rend. l'acad. de sciences **131**, S. 293.  
— — Wschr. f. Brauerei **1900**, S. 570.  
— -Wolff: Compt rend. **142**, S. 142.  
Fischer: Ber. d. d. bot. Ges. **25**, S. 108.  
— E.: Ber. **27**, S. 2985, 3479; **28**, S. 1429, 3024.  
Flemming, R. S.: Journ. Ind. and Eng. Chem. **13**, S. 447—49.  
Flügel: Z. V. d. I. **64**, S. 894, 986.  
Fränkel, S. u. Hamburger-Pribram: Biochem. Ztschr. **44**, S. 293.  
Friedrichs, O. W.: Archiv for kemi, Mineralogie on Geologie **5**, No. 2. Ref. C.-Bl. **1914**, I, 760.  
Fromherz: Z. f. physiol. Chem. **50**, S. 241.  
Funke, G. L.: Koninkl. Akad. Wetensch. Amsterdam **31**, S. 12—14.
- Gatin-Gruzewska: Compt. rend. **152**, S. 785—789.  
Gensecke: Z. V. d. I. **67**, S. 249—255.  
Graf, H.: Z. f. d. ges. Brauwes. **29**, S. 25.  
Grashof: Theoretische Maschinenlehre.  
Green-Perkin: Journ. of the chem. Soc. of London **89**, S. 811.  
Greiner: Verdampfen und Verkochen. Leipzig: O. Spamer 1920.  
Grönlund: Z. f. d. ges. Brauwes. **9**, S. 228.  
Gruss: Ber. d. d. bot. Ges. **11**, S. 286; **12**, S. 60.  
Guntler: Ber. d. d. pharm. Ges. **5**, S. 325.
- Haberlandt: Allg. land- und forstw. Ztg. **1**, S. 389.  
Harz: Z. f. d. ges. Brauwes. **27**, S. 558.  
Hausbrand, E.: Verdampfen, Kondensieren. 6. Aufl. Berlin: Julius Springer.  
Hérics-Toth: Magyar szesztermelő **1925**, Nr. 12.  
Hoffmann, J. F.: Das Versuchskornhaus und seine wiss. Arb. Berlin: P. Parey.  
— Wschr. f. Brauerei **1908**, S. 513.  
— -Marienhagen: Wschr. f. Brauerei **19**, S. 301.
- Jalowetz: Z. f. d. ges. Brauwes. **29**, S. 172.  
— Brau- und Malzindustrie **10**, S. 141.  
Jäger-Unger: Ber. **35**, S. 4440; **36**, S. 1222.
- Katscher: Brau- und Malzindustrie **20**, S. 30.  
Kickelhayn, Z. f. d. ges. Brauwes. **1900**, S. 615.  
Kjeldahl: Z. f. analyt. Chem. **22**, S. 366.  
König: Z. f. Unters. d. Nahrungs- u. Genußm. **1**, S. 1.  
— Unters. landw. gewerbl. wichtiger Stoffe. Berlin: Julius Springer.  
— Chemie der menschl. Nahrungs- u. Genußmittel. Berlin: J. Springer.  
Krais: Versuche mit Diastafor. Inaug.-Diss.: Tübingen 1907.  
Kraus: Z. f. d. ges. Brauwes. 1892, S. 50.  
Kröber: Journ. f. Landw. **1900**, S. 335, 379; **1901**, S. 7.  
Kukla: Z. f. d. ges. Brauwes. **23**, S. 418.  
Kunz: Wschr. f. Brauerei **27**, S. 530.
- Laer, Marc van: Bull. Belg. Jubil.-Nr., Mai 1912.  
Langkammerer-Leberle: Z. f. d. ges. Brauwes. **42**, S. 236—239.  
Lapidus: Biochem. Ztschr. Bd. **30**, S. 39.  
Laves, E.: Z. f. Spirit.-Ind. **1902**, S. 471.  
Le Clerc-Wahl: Chem. Studies of amer. Barleys and Malts. Washington 1909.  
Leberle, H.: Die Bierbrauerei. Enke 1925.  
Leberle-Lüers: Z. f. d. ges. Brauwes. **38**, S. 31.  
Lehmann-Ottenwalder: Z. f. Brot **5**, S. 337.

- Lind-Thradgold-Arnold: Journ. of the Inst. of Brew. 1926, T. 32, S. 26.  
 — — — Wschr. f. Brauerei Bd. 43, S. 113.
- Lintner: J. f. pr. Chemie 34, S. 378.  
 — Z. f. d. ges. Brauwes. 1886, S. 474; 1891, S. 281; 1982, S. 6, 1899, S. 339, 378; 1895, S. 173.  
 — Z. f. Unters. d. Nahrungs- u. Genußm. 14, S. 205; 16, S. 16, 509.  
 — Z. f. d. ges. Brauwes. 30, S. 109.  
 — Wschr. f. Brauerei 32, S. 201.  
 — Z. f. d. ges. Brauwes. 30, S. 109.  
 — -Düll: Ber. 26, S. 2533, 1893.  
 — -Eckhardt: Z. f. d. ges. Brauwes. 1879, S. 389.
- Lisbonne-Vulquin: Ann. de la Brasserie et de la Dist. 18, S. 274.
- Lüers: Z. f. d. ges. Brauwes. 1921, S. 199—204.  
 — -Adler: Z. f. d. ges. Brauwes. 37, S. 105; 38, S. 331.  
 — — Z. f. Unters. d. Nahrungs- u. Genußm. 29, S. 281.  
 — -Weinfürtner: Wschr. f. Brauerei 43, S. 25.
- Lühder: Z. f. Spirit.-Ind. 1908, S. 401.
- Maquenne-Fernbach-Wolff: Compt. rend. 138, S. 49.  
 — -Roux: Bull. de la Soc. Chim. (3) 33, S. 723.  
 — — Compt. rend. 142, S. 142, 1387.
- May: Lehner F.-Ztg. 1912, S. 148.
- Michaelis: Die Wasserstoff-Ionenkonzentration. Berlin: Julius Springer.  
 — Wschr. f. Brauerei 38, S. 107.  
 — u. Krüger, A.: Biochem. Ztschr. 119, 307.
- Mohs, K.: Ztschr. ges. Getreidewesen 14, Nr. 3/4.
- Mollier, R.: Neue Tabellen und Diagramme für Wasserdampf. Berlin: J. Springer.
- Müger: Tagesztg. f. Brauerei 23, S. 100.
- Müller: Lehner F.-Ztg. 1912, S. 133.
- Mündler, K.: Phys.-chem. Praktikum für Brauer. Stuttgart: F. Enke 1926.
- Nastukoff, A.: Ber. 33, S. 2241; 34, S. 3591.
- Neumann, M. P.: Wschr. f. Brauerei 22, S. 98.  
 — Landwirtsch. Jahrb. 1908, S. 857.
- Oetgen-Hauser: Z. f. angew. Chemie 38, S. 341.
- Oppenheimer: Die Fermente. Leipzig: G. Thieme.
- Osborne: Journ. amer. Chem. Soc. 17, S. 587; 18, S. 536, 542.
- Ostertag: Kolben und Turbokompressoren. Berlin: Julius Springer.
- Pawlowski: Die brautechnischen Untersuchungs-Methoden. München: Oldenbourg.
- Peters: Lehner F.-Ztg. 1912, S. 172.
- Petzoldt: Z. f. Spirit.-Ind. 13, S. 89.
- Philoché, Ed.: Journ. de Chim. et des Phys. 6, S. 355.
- Pringsheim, H.: Zuckerchemie. Leipzig: Akad. Verlagsges.
- Prior: Wschr. f. Brauerei 22, S. 52.  
 — Allg. Ztschr. f. Bierbrauerei u. Malzfabr. 34, S. 513.  
 — -Hermann: Allg. Ztschr. f. Bierbrauerei u. Malzfabr. 36, S. 102.
- Reinitzer: Z. f. physiol. Chemie 23, S. 175.
- Rubner-Schittenhelm: Biochem. Zeitschr. 1927, S. 426.
- Ruckdeschel: Z. f. d. ges. Brauwes. 37, S. 430.
- Rumsey, Amer. Inst. of Baking Bull. No. 8. The diastatic enzymes of wheat flour and their relation to flour strengths. 1922. 86 Section.
- Sedlmayer, J.: Z. f. d. ges. Brauwes. 1921, S. 191.
- Seeligmann: Chem. Ztg. 1925, S. 943.
- Schenk, D.: Chem. Ztg. 1927, S. 814.  
 — Apotheker-Ztg. 1927, Nr. 17.

- Schjerning: Compt. rend. trav. lab. Carlsberg **6**, S. 229.  
Schön: Allg. Brauerei- u. Hopfen-Ztg. **67**, S. 185.  
Schreiber, K.: Chem. Apparatur **1923**, S. 109, 177, 185, 193.  
Schultze: Z. f. d. ges. Brauwes. **1881**, S. 62.  
Schütt: Z. f. Spirit.-Ind. **1890**, S. 203.  
Sherman, H. C. u. Thomas, A. W.: Journ. Amer. Chem. Soc. **37**, S. 623—43.  
— u. Walker: Journ. Amer. Chem. Soc. **39**, S. 1476—1493.  
Skraup-Geinsperger: Monatshefte für Chemie **26**, S. 1467.  
Somló-Lászlóffy: Öst. Chem. Ztg. **1904**, Nr. 6.  
Stewart, A. W.: Chem. Ztg. **1912**, S. 1311.  
Stiegeler: Brennerei-Ztg. **1907**, S. 738.
- Tagliani, G. G.: Zers. und Aufl. von Schlichten u. Verdicht. Wien: Roller & Cie. **1907**.  
— Z. f. Färb.-Ind. **13**, S. 241.  
— Krostewitz: Lehner F.-Ztg. **1912**, S. 62.  
Takamine: Z. f. Spirit.-Ind. **1879**, S. 27.  
Tan ret, Ch.: Compt. rend. **158**, S. 1353.  
Terrone, E. F.: Biochem. Ztschr. **35**, S. 506.  
Thausing: Die Theorie und Praxis der Malzberechnung und Bierfabrikation. Leipzig **1907**.  
Tollens: Handb. der Kohlenhydrate.  
Tschugaeff: Ber. **40**, S. 1975.
- Wahl, R.: Amer. Brew. Rev. **21**, S. 274.  
Weichherz, J.: Chem. Ztg. **1927**, S. 273, 291.  
Weiss, F. J.: Die Kondensation. Berlin: Julius Springer.  
Wenglein: Z. f. d. ges. Brauwes. **1908**, S. 53.  
Will: Z. f. d. ges. Brauwes. **1914**, S. 477, 485.  
Windisch: Wschr. f. Brauerei **1905**, S. 89; **1900**, S. 291; **1913**, S. 451, 53.  
— Jahrb. d. Vers.- u. Lehranst. für Brauerei **1910**, S. 274; **1913**, S. 67.  
— Derz: Wschr. f. Brauerei **1913**, S. 533.  
— Dietrich-Kolbach: Wschr. f. Brauerei **1921**, S. 283.  
— Hasse: Wschr. f. Brauerei **1902**, S. 583.  
— Kolbach-Mauritz: Wschr. f. Brauerei **1926**, S. 423.  
Wirth, K.: Z. V. d. I. **65**, S. 1183; **66**, S. 160.  
— Bull. d. Schweiz. Elektrotechn. Vereines **1919**, Nr. 12.  
Wohlgemuth: Biochem. Ztschr. **94**, S. 213.  
Woker-Maggi: Ber. **52**, S. 1594.  
Wroblewski: Ber. **31**, S. 1130; Z. physiol. Chem. **24**, S. 173.

## Autorenverzeichnis.

- Adler** 337.  
**Agulhon** 65.  
**Allihn** 322.  
**Altenberg** 331.  
**Arcichovsky, V.** 66.  
**Arnold** 344.  
**Atterberg** 60.
- Baker** 21, 22.  
**Barth** 304.  
**Beavan** 56.  
**Bertrand** 65, 327.  
**Bevan, E. J.** 24.  
**Biedermann** 33, 39.  
**Bidzinsky** 38.  
**Bleisch** 53.  
**Bloch** 45.  
**Bode, G.** 311.  
**Bokorny** 65.  
**Brand** 360.  
**Bredig** 31.  
**Brown** 21, 56, 358.  
**Bumcke, G.** 24.
- Calabresi** 54.  
**Campell** 43.  
**Chrzaszec** 38, 41.  
**Clark, M. W.** 341, 342.  
**Clifford** 53.  
**Collum, M.** 371.  
**Counciler** 316.  
**Cross, C. F.** 24.  
**Cuisinier** 22.
- Delbrück** 36, 53.  
**Doemens, K.** 312, 355.  
**Düll** 21.
- Eckenbrecher** 50.  
**Eckhardt** 304.  
**Effront** 39, 42, 106, 353.  
**Egloffstein** 345, 346, 353.  
**Emslander** 344.  
**Escombe** 56.
- Fernbach** 17, 22, 38, 41.  
**Fischer, A.** 66.  
—, **E.** 7, 24, 26, 27, 28, 29, 32.  
**Fränkel, S.** 43.  
**Friedrichs, O. V.** 19, 20, 22.  
**Fromherz** 320.  
**Funke, G. L.** 38.
- Gassner** 61.  
**Gatin** 18.  
**Geinsperger** 24.  
**Gensecke** 259.  
**Gräbe** 304.  
**Graf** 312.  
**Grafe, V.** 62, 63.  
**Grashof** 249.  
**Green, G.** 24, 40.  
**Grönlund** 56.  
**Gruzewska** 18.  
**Gunning** 331.
- Haase** 51, 52, 90.  
**Haberlandt** 61, 63, 64.  
**Hamburg, M.** 43.  
**Harz** 57.  
**Hasse** 23.  
**Hausbrand** 226, 244, 245, 246.  
**Hayduck** 121.  
**Hermann** 57.  
**Herzog, R. O.** 25.  
**Heuser, E.** 24.  
**Hoffmann** 62.  
**Höhnel** 64.  
**Hubert** 38.
- Irvine** 24.
- Jäger** 316, 320.  
**Jahnke, W.** 25.  
**Jalowetz** 52, 56, 111.  
**Johannsen** 56.  
**Josse** 259.
- Karrer** 24.  
**Kießling** 50.  
**Kiliani** 7.  
**Kirchof** 35.  
**Kjeldahl** 145, 330.  
**Kolkwitz** 61.  
**König** 50, 52, 54, 68, 69, 70, 71, 72, 185, 321.  
**Krause** 38.  
**Kuhn, R.** 19, 22.  
**Kukla** 52.  
**Kunz** 53.
- Laer, Marc H. van** 38, 41, 44.  
**Laves, E.** 72.  
**Le Clerc** 53.  
**Lind** 344.  
**Ling** 21, 22.  
**Lintner** 16, 21, 23, 41, 316, 345, 346.  
**Lubs** 341.  
**Luff, G.** 358.  
**Lüers, H.** 97, 337.
- Maercker** 36.  
**Maquenne** 17, 22.  
**Meyer, A.** 21.  
**Michaelis, L.** 341, 342.  
**Millar** 21.
- Nastukoff, A.** 24.  
**Neumann** 58, 332.
- Odake** 371.  
**Osborne** 43.  
**Ost** 21.  
**Ostwald** 31.
- Palitzsch** 343.  
**Philoché** 40.  
**Pictet** 24.  
**Plato** 312, 355.  
**Pollak, A.** 346, 351.

- Popoff 65.  
Pribram, E. 43.  
Pringsheim 24.  
Prior 21, 51, 52, 55, 57,  
358.  
Purucker 312.  
  
Regensburger 53.  
Richard 312.  
Richardson 53.  
Rubner 301.  
  
Sarasin 24.  
Schardinger, F. 19, 22.  
Scheirer 25.  
Schellhorn 43.  
Schenk, D. 351.  
Schittenhelm 301.  
Schjerning 51, 52, 331,  
332.  
Schön 301.  
Schreber, K. 236.  
  
Schudel 352.  
Schultze 56.  
Sedlmayer, J. 109.  
Seeligmann 351.  
Seibriger, R. 314.  
Sherman, H. C. 38, 40,  
186.  
Skraup, H. 24.  
Soxhlet 22, 321.  
Sörensen 339, 340, 341.  
Spaeth 335.  
Stiegeler 121.  
Stoklasa 11, 54, 65.  
Suzuki 371.  
  
Thomas, A. W. 38, 186.  
Thradegold 344.  
Tollens, B. 9, 24, 69, 316.  
Tschugaeff 30.  
Unger 316, 320.  
Vulquin, E. 39.  
  
Wahl, R. 52, 53.  
Walker 40.  
Weender 320.  
Weimarn, P. v. 25.  
Wein, S. 325.  
Weinfürtner, F. 97.  
Weiss, F. J. 236, 243,  
244, 246, 247.  
Wenglein, O. 316.  
Wiegmann 21.  
Wiesner 12.  
Wilfarth 330.  
Willstätter 24, 352.  
Windisch 43, 90, 91, 93,  
185, 351.  
Wirth 346.  
Wlokka 304.  
Woker, G. 33.  
Wolf, E. v. 53.  
Wolff 17, 22, 23.  
Wolffenstein, G. 24.

## Sachverzeichnis.

- Abläutergeschwindigkeit 202.  
Abläutern 194.  
Abräumen der Darre 154.  
— der Tenne 121.  
Achroodextrin 21.  
Acidimeter nach Lüers 337.  
Acidität, Änderung beim Darren 147.  
Aciditätbestimmung der Extrakte 338.  
— gesamte 337.  
— ursprüngliche 337.  
*Aesculus hippocastaneum* 72.  
Ährenspindel 48.  
Aktivin 96, 97.  
Albumine 30.  
Albumose 29.  
Aldose 8.  
Alentina 301.  
Alfa-Laval-Separatoren 209.  
Allenburys food 373.  
Althaufen 119.  
Amidase 45.  
Amidstickstoffbestimmung 332.  
Aminosäuren 27, 28, 29.  
Ammoniumbifluorid 95, 97.  
Amylase 18.  
Amylocellulose 17.  
Amylodextrin 21.  
Amylokoagulase 16.  
Amylopektin 17, 18.  
— Jodreaktion 18.  
Amylose 17, 18.  
— Amylopektin-Verhältnis in der  
— Stärke 18.  
— Drehungsvermögen 18.  
— Jodreaktion 18.  
Anschwänzung 194.  
Antifermente 32.  
Antiformin 66, 97.  
Appreturmassen 370.  
Arabinose 23.  
Aromabildung beim Darren 145.  
Aschebestimmung 335.  
Asparagin 52.  
Aspergillus niger 38.  
Aspirator 81.  
Atmung 61, 103, 109.  
— Einfluß der Temperatur 61.  
Atmung, Einfluß des Wassergehaltes 62.  
— intramolekulare 61.  
Atmungsfermente 34, 35.  
Atmungshemmende Wirkung der Koh-  
lensäure 110.  
Auflösung 55, 66, 103, 104, 119, 120.  
— peptische 105.  
Auflösungsgrad 358.  
Aufsaugepithel 49.  
Ausputz 165.  
Austrebern 205.  
Auswüchse 60.  
Autovapor 266.  
*Avena sativa* 69.  
Backfähigkeit 365.  
— Einfluß der Malzextrakte 364, 366.  
Backros liquefier 368.  
Banane 72.  
Bananenstärke 14.  
Barfoeds Reagens 22.  
Basalborste 48.  
Becherwerk 78.  
Bengersfood 337.  
Betriebskontrolle 361.  
Biotose 372.  
Biuretreaktion 27, 30.  
Blattkeim 49, 103.  
Blattkeimscheide 49.  
Bleichen 368, 369.  
Bodenspeicher 74.  
Bonner Vereinbarung 304.  
Braugerste 49, 59.  
Braunspitzigkeit 67.  
Brechhaufen 115.  
Brennereigerste 49, 59.  
Bronamalt 372.  
Brüdenkompressions-Mehrfacheffekt-  
Verdampfer 273.  
Brüdenkompressions-Verdampfer, Heiz-  
flächengröße 273.  
Brüdenkompressions-Verdampfung 226,  
265.  
— Dampfverbrauch 269.  
— Kühlwasserverbrauch 275.  
Brüdentemperatur 235.  
Brunnengräbers Malzextrakt 372.

- Buchweizen 71.  
 Buchweizenstärke 14.  
 Byno-Malzextrakt 372
- Calorifer** 148.  
**Caporit** 96, 97.  
**Carbohydrase** 34.  
**Castania vulgaris** 72.  
**Cellobiose** 24, 25.  
**Cellosan** 24.  
**Cellulase** 34.  
**Cellulose** 24.  
**Cellulosedextrine** 25.  
**Chloramin** 96, 97.  
**Chlorkalk** 95, 97.  
**Chlorphenolquecksilber** 97.  
**Cladosporium herbarum** 67.  
**Cristolax** 373.  
**Cyanquecksilberkresol** 97.  
**Cytase** 25, 34, 43, 104.
- Dampfdruckregler** 284.  
**Dampfstrahlkompressor** 267.  
**Dampfstrahlpumpe** 259.  
**Dampftabelle nach Mollier** 227.  
**Dampfverbrauch eines Verdampfers** 234, 264, 267, 273.  
**Darre** 144, 147.  
 — Abräumen 154.  
 — Leistung 151, 156, 157.  
**Darren** 143.  
 — Vorgänge dabei 144.  
**Darresel** 154.  
**Darmmalz, Putzen** 162.  
 — Wassergehalt 144.  
 — Zusammensetzung 147.  
**Darmmalzsausbeute** 107, 147.  
**Darmmalzwender** 153.  
**Darrtemperatur** 146, 151.  
**Darr- und Keimtrommel, Chodounsky-**  
**sche** 158.  
**Darrzeit** 151, 156.  
**Dämpfen** 182.  
**Demidon** 368.  
**Desinfektionsmittel** 94.  
**Desmotropie** 9.  
**Deuteroalbumose** 29.  
**Dextrinausbeute** 36.  
**Dextrinbestimmung** 321, 329, 330.  
**Dextrine** 16, 19.  
 — Jodreaktion 21.  
 — Reduktionsfähigkeit 21.  
**Dextrite** 21.  
**Diamalt** 364.  
**Diastafor** 368.  
**Diastase** 19, 34, 35, 104, 106.  
 — Entwicklung auf Stärkearten 40.  
 — Gewinnung 41.  
 — Lichtempfindlichkeit 40.
- Diastase, optimale Temperatur** 35.  
 — verflüssigende Kraft 35, 106.  
 — verzuckernde Kraft 106.  
**Diastaseverluste beim Darren** 145.  
 — beim Erwärmen 37.  
 — beim Maischen 193.  
 — beim Trocknen 286, 295.  
 — beim Verdampfen 260, 261.  
**Diastatische Kraft** 106, 107, 285, 344.  
 — Bestimmung 344.  
 — der Malzextrakte 285.  
 — Einfluß der Wasserstoffionenkonzentration 36, 37.  
**Diastische Verzuckerung, Geschwindigkeit** 40.  
**Diastol** 368.  
**Diastonat** 371.  
**Dichte der Würze, Bestimmung** 309.  
**Dickextraktausbeute** 284.  
**Dickextrakte** 284.  
**Dimethylglucosan** 24.  
**Dioxyphenylalanin** 45.  
**Dopareaktion** 45.  
**Dreharme zum Anschwänzen** 205.  
**Drehschieberluftpumpe** 256.  
**Drehungsvermögen der Amylose** 18.  
 — des Amylopektins 18.  
 — der Maltose 22.  
 — der Stärke 16.  
 — — — Änderung beim Abbau 21.  
**Dreihordendarre** 155.  
 — Kohlenverbrauch 156.  
 — Leistung 156.  
**Dreimaischverfahren** 188, 216.  
**Dreimalzenmalzschrotmühle, Secksche**  
**176.**  
**Druckmaisverfahren** 191, 217.  
**Dunsthäube** 196.  
**Dunstkamin** 196.  
**Dunstschlot der Darre** 150.
- Eau de Javelle** 66.  
**Edestin** 52.  
**Eindickungsgrad der Malzextrakte** 224, 285.  
**Einmaischeverfahren** 189, 217.  
**Eiweißauflösung** 108.  
**Eiweißbestimmung** 330.  
 — wasserlösliches 332.  
 — — koagulierbares 332.  
**Eiweißbrastverfahren** 190, 217.  
**Eiweißspaltende Enzyme** 34.  
**Eiweißspaltung** 27, 28.  
 — enzymatische 29.  
**Eiweißstoffe** 26.  
 — Zusammensetzung 26.  
**Elevator** 78.  
**Embryo** 48.  
**Embryofäulnis** 67.

- Endosperm 48.  
 Endverdampfen bei Brüdenkompression 270.  
 Entgranner 80.  
 Entkeimer 162.  
 Entschlichten 3, 368.  
 Enzyme 31.  
 — chemische Natur 33.  
 — Fällung 34.  
 — thermolabile Eigenschaften 34.  
 Enzymspaltung der Eiweißstoffe 29.  
 — der Kohlenhydrate 18, 20, 22.  
 Erdebamalt 364.  
 Erythroextrin 21.  
 Esterasen 34.  
 Extrakt, Schutzwirkung 39, 193.  
 Extraktbestimmung im Dickextrakt 315.  
 — im Getreide 312.  
 — im Malz 307, 314.  
 Extraktmittlung aus der Dichte 309.  
 Exzelsiormühle 172.  
  
 Fallwasser 240.  
 Farbbildung beim Darren 145.  
 — der Malzextrakte 44.  
 — des Malzes 44, 145.  
 Farbbestimmung der Würze 310, 359.  
 — des Malzes 310, 359.  
 Fehlergrenzen bei der Malzuntersuchung 310.  
 Feinheitsgrad des Schrottes, Best. 305, 359.  
 Feinmühle für Analyse 306.  
 Fettbestimmung 334.  
 Fettgehalt, Änderung beim Keimen 109.  
 Fettspaltende Enzyme 34.  
 Fettspaltung 44.  
 Filterpressen 208, 210.  
 Filzmalz 119.  
 Flachschieberluftpumpe 254.  
 Flammon 95.  
 Flüssigkeitsstandregler für Verdampfer 281.  
 Formaldehyd 95, 97.  
 Formoltiter 30, 108.  
 Formoltitration 332.  
 Förderrinnen 77.  
 Frammalt 364.  
 Framtase 368.  
 Freundsche Keimtrommel 130.  
 Fruchtschale 48.  
 Fruchtwasser 183.  
 Futtergerste 49, 59.  
 Fünfwalzenmalzschrotmühle 175.  
  
 Gallandsche Keimtrommel 130.  
 Gee-Zentrifuge 209.  
 Gegenstromkondensation 238.  
 Gegenstromkondensation, Vorteile gegenüber Gleichstromkondensation 239.  
 Germisan 97.  
 Gerste 46.  
 — alkohollöslicher Eiweißgehalt 56.  
 — Aschengehalt 53.  
 — Einfluß der Düngung 49.  
 — Einfluß der Witterung 49.  
 — Eiweißgehalt 51.  
 — Extraktgehalt 52, 55, 58.  
 — Farbe 49, 59, 359.  
 — Fettgehalt 52.  
 — Hektolitergewicht 59.  
 — Keimfähigkeit 60.  
 — Keimkraft 50.  
 — Korngewicht 57.  
 — Korngröße 57.  
 — Künstliche Trocknung 60.  
 — Lagerfähigkeit 50, 51.  
 — Lecithingehalt 54.  
 — Lichteinfluß 61.  
 — löslicher Eiweißgehalt 54.  
 — nackte 48.  
 — notreife 49.  
 — Pentosengehalt 54.  
 — Quellung 62.  
 — Quellzeit 62, 91.  
 — Reifevorgang 51.  
 — Rohfasergehalt 52.  
 — sechszeitige 47.  
 — Selbsterwärmung 62.  
 — Sortierung 58.  
 — Spelzengehalt 55.  
 — Stärkegehalt 11.  
 — Stickstoffgehalt 51.  
 — unterreife 49.  
 — vierzeitige 47.  
 — Wassergehalt 50.  
 — Weichdauer 62, 91.  
 — zweizeitige 47.  
 — Zusammensetzung 49, 50.  
 Gerstenasche, Zusammensetzung 53.  
 Gerstenkrankheiten 67.  
 Gerstenstärke 13.  
 Gerstentrocknung 51, 74.  
 Getreide 46.  
 Getreidefarbestimmung 359.  
 Getreideförderung 76.  
 Getreidegeruchsbestimmung 360.  
 Getreidelager 73.  
 Getreidelagerbehandlung 74.  
 Getreideputzen 80.  
 Getreidesortieren 80.  
 — Feststellen 358.  
 Getreidetrocknung 51, 74.  
 Getreide, Untersuchung auf Reinheit 360.  
 Getreidedesinfektion 94.

- Getreidewaschen 94.  
 Getreideweiche 89.  
 Gewichtsverluste in der Weiche 63.  
 Glasigkeit 55, 90, 104.  
 — Bestimmung 357.  
 Glasmalz 145.  
 Glattwasser 194.  
 Gleichstromkondensation 238.  
 Gliadine 30.  
 Glicorso 364.  
 Globuline 30, 52.  
 Gloma 372.  
 Glucosebestimmung 322.  
 Glucosetabelle nach Allihn 324.  
 — nach Bertrand 328.  
 Glucoside 9, 10.  
 Glutaminsäure 52.  
 Gradierwerk 276, 277.  
 — Höhe 278.  
 Granne 48.  
 Greifenlassen 119.  
 Grobschrotbeschaffenheit 215.  
 Grünmalz 119.  
 — Wassergehalt 149.  
 Grünmalzhaufen, Kühlen 115.  
 — Lüften 115.  
 Grünmalzhaufenhöhe 115.  
 Grünmalzwender, Saladinscher 125.  
**Haasesche Regel** 59.  
**Hafer** 69.  
 — Keimführung 121.  
 — Stärkegehalt 11.  
 — Weichdauer 92.  
**Haferstärke** 13.  
**Hartbrand** 67.  
**Hartmalz** 147.  
**Hauboldsche Großleistungszentrifuge** 214.  
**Haufenführung** 133.  
**Haufenhöhe** 115, 124.  
 — in der Kastenmälzerei 124.  
**Heidekorn** 71.  
**Heißwassermesser** 198.  
**Heißwasserweiche** 91.  
**Heizboden** 229.  
**Heizdampfbeschaffenheit** 226.  
**Heizfläche** 225.  
 — Inkrustation 232.  
**Heizkörper für Verdampfer** 225.  
**Heizraum der Darre** 149.  
**Heizkörper(raum)druck** 225.  
**Heizrohre** 229.  
**Heizschlange** 229.  
**Hektolitergewicht** 59.  
 — Bestimmung 357.  
**Helminthosporium gramineum** 67.  
**Hemicellulase** 34, 43.  
**Hemicellulose** 25, 26.  
**Henzedämpfer** 183.  
**Hexosan** 19, 22.  
**Hexose** 7.  
**Hitze** 111.  
**Hitzeokoagulation** 27.  
**Hochkurzmaisverfahren** 189, 217.  
**Holzgummi** 26.  
**Hookers Malzmilch** 373.  
**Hordein** 30, 52.  
**Hordendarre** 147.  
**Hordenzym** 372.  
**Hordeum** 47.  
**Hordomalt** 372.  
**Horlicks Malzmilch** 373.  
**Husaren** 103.  
**Hüllblätter** 48.  
**Hypochlorite** 66, 95.  
**Indikatordauerreihe nach Michaelis** 343.  
**Indikatoren** 340.  
**Inkrustation der Heizfläche** 232.  
**Intramolekulare Atmung** 61.  
**Isomaltose** 23.  
**Jatropha manihot** 71.  
**Jemalt** 373.  
**Jodreaktion des Amylopektins** 18.  
 — der Amylose 18.  
 — der Stärke 17.  
**Junghaufen** 115.  
**Kalkwasser** 94.  
**Kalkwasserweiche** 95.  
**Kaltmälzerei** 111.  
**Kaminkühler** 276, 277.  
 — Höhe 278.  
**Kammerfilterpresse** 210.  
**Kartoffeln** 71.  
 — Stärkegehalt 11.  
**Kartoffelstärke** 12.  
**Kastanie** 72.  
**Kastengrünmalzwender** 125.  
**Kastenkeimtrommel, Topfsche** 142.  
**Kastenmälzerei, pneumatische** 123.  
**Keimen** 61, 103.  
**Keimenergie, Bestimmung** 356.  
**Keimentwicklung, Feststellung** 356.  
**Keimfähigkeit** 60, 356.  
 — Einfluß chemischer Substanzen 65.  
 — Einfluß des Formaldehyds 66.  
 — Einfluß der Kohlensäure 67, 110.  
 — Einfluß des Sauerstoffs 67.  
 — Einfluß der Temperatur 63.  
 — Einfluß der Wasserstoffionenkonzentration 66.  
 — optimale Temperatur 64.  
**Keimführung** 111, 133.  
**Keimkasten, Bodenflächengröße** 124.  
**Keimkraft der Gerste** 50.  
**Keimlänge** 105, 356.

- Keimling 48.  
 Keimtrommel, Entleeren 135, 146.  
 — Freundsche 130.  
 — Gallandsche 130.  
 — Kraftverbrauch 137.  
 — Topfsche 136.  
 Keim- und Darrtrommel, Chodounsky-  
 sche 158.  
 Keimverluste 107.  
 Kellersche Malzsuppe 372.  
 Kepler Malzextrakt 372.  
 Kepler Solutio 373.  
 Keramyl 95.  
 Kieselfluorwasserstoffsäure 95, 97.  
 Kippwagen 115.  
 Klärzentrifuge 208.  
 Kleberschicht 48.  
 Koagulation 27.  
 Kohlenhydrate 7.  
 — Bestimmung 315.  
 — Struktur 7.  
 Kohlenhydratspaltende Enzyme 34.  
 Kohlensäure, hemmende Wirkung auf  
 die Keimung 110.  
 Kohlensäurerastverfahren 61, 110, 123,  
 129.  
 Kohlenverbrauch der Dreihordendarre  
 156.  
 — der Zweihordendarre 155.  
 Kongreßverfahren 314.  
 Kondensation 237.  
 Kondensationsanlage, Kraftverbrauch  
 250.  
 Kondensatordruck 238.  
 Kondensator konstruktion 251.  
 Kontakt trockner 286.  
 Korngröße 57.  
 Krause-Trockner, Dampfverbrauch 299.  
 — Leistungsfähigkeit 299.  
 Krause-Zerstäubungs-Trocknung 294,  
 295.  
 Kröbersche Pentosantabelle 317.  
 Kromozon 369.  
 Krummschnäbel 47.  
 Kufeke-Kindermehl 373.  
 Kugelverdampfer 260.  
 Kühlen des Grünmalzhaufens 115, 125,  
 131.  
 Kühlgrenze 276.  
 Kühllufttemperatur 132.  
 Kühlwasserverbrauch einer Konden-  
 sationsanlage 240.  
 Kühlwasserverhältniszahl 240.  
 Langmalz 103, 106, 107.  
 Läuterbatterie 203.  
 Läuterboden 202.  
 Läuterbodenlochung 202.  
 Läuterbottich 201.  
 Läuterfläche, Größe 215.  
 Läutergrund 203.  
 Läuterhähne 204.  
 Lävoglucosan 19, 22, 25.  
 Lecithin, Bestimmung 335.  
 — Zunahme beim Keimen 109.  
 Liebes Malzextrakt 372.  
 Lipase 34, 44.  
 Lochung des Läuterbodens 202.  
 Löfflungs Malzextrakt 372.  
 — Nährzucker 372.  
 Luftdüsen der Darre 149.  
 Lufterhitzer 148.  
 Luftkühlturm für die pneumatische  
 Mälzerei 126.  
 Luftmengen im Kondensator 243.  
 Luftpumpen 254.  
 Luftpumpengröße 242.  
 Luftpumpe, Kraftverbrauch 250.  
 Luftpumpe, volumetrischer Wirkungs-  
 grad 255.  
 Lufttrockner 294.  
 Luft-Wasser-Weiche 93.  
 Lüften des Grünmalzhaufens 115, 125,  
 131.  
 — in der Weiche 102.  
 Magnetapparat 80.  
 Magnocid 97.  
 Magnol 97.  
 Mais 69.  
 — Keimfähigkeit 70.  
 — Keimführung 121.  
 — optimale Keimtemperatur 70, 71.  
 — Quellzeit 70, 92.  
 — Stärkegehalt 11.  
 — Weichdauer 70, 92.  
 — Zusammensetzung 70.  
 Maisstärke 14.  
 Maischbottich 196.  
 Maisch- und Läuterbottich 207.  
 Maischbottich-Rührwerk 199.  
 Maischefilter 194, 210.  
 Maischekonzentration, Einfluß auf die  
 Verzuckerung 193.  
 Maischen 170, 184, 186, 216.  
 Maischverfahren für Backextrakte 191,  
 218, 219, 220.  
 — für Nähreextrakte 188, 189, 190, 216,  
 217.  
 — für Textilextrakte 191, 220.  
 Maischwasserbeschaffenheit 184.  
 Maischwassermenge 215.  
 Maltine 364.  
 Maltodextrin 21.  
 Maltosan 372.  
 Maltose 21.  
 — Drehungsvermögen 22.  
 — Gewinnung 22.

- Maltose, Reduktionsfähigkeit 22.  
 — Schutzwirkung 39.  
 — Struktur 22.  
 Maltoseausbeute 22, 36.  
 Maltosebestimmung 321.  
 Maltosello 373.  
 Maltosetabelle nach Bertrand 328.  
 — nach Wein 326.  
 Maltyl 372.  
 Malzausstoßkasten 162.  
 Malzextrakt als Backhilfsmittel 3, 363.  
 — in der Bleicherei 4, 369.  
 — calorischer Nährwert 371.  
 — für die Lederindustrie 4, 370.  
 — für die Textilindustrie 2, 368.  
 — für Nährzwecke 371.  
 — für pharmazeutische Zwecke 371.  
 — für die Textilindustrie 2, 368.  
 — praktische Anwendung 363.  
 — spezifisches Gewicht 285.  
 — Vitamingehalt 371.  
 — Zusammensetzung 285.  
 Malzhäufen, Wenden 115.  
 Malzkeime 300.  
 — Ausbeute 300.  
 — Nährwert 301.  
 — Zusammensetzung 301.  
 Malzkeller 113.  
 Malzmehl 367.  
 Malzmilch 373.  
 Malzmilchapparat 173.  
 Malzflug 116.  
 Malzpoliermaschine 163.  
 Malzputzmaschine 162.  
 Malzquetsche 171.  
 Malzschichthöhe auf der Darre 151.  
 Malzschrotkasten 181.  
 Malzspaltapparat, Seckscher 178.  
 Malztropon 372.  
 Manihot Utilissima 71.  
 Manioka 71.  
 Maniokastärke 14.  
 Marantastärke 14.  
 Maroni 72.  
 Materna 301.  
 Mälzen 73.  
 Mälzungsschwund 107.  
 Mechanische Untersuchung des Malzes 310.  
 Mehligkeit 55, 56.  
 Mehligkeitskoeffizient 358.  
 Mehlkörper 48.  
 — enzymatischer Abbau 103.  
 — physikalische Eigenschaften 55.  
 — Untersuchung 357.  
 Mehrfacheffekt 264.  
 Mehraufentrommel, Topfsche 140.  
 Melanine 45.  
 Merell-Soule-Trocknungsverfahren 295.  
 Mianin 96, 97.  
 Michaeliskomparator 340, 343.  
 Millonsche Reaktion 27.  
 Mischkondensation 237.  
 Mischverhältnis für Dickextrakte 352.  
 Mitosol 97.  
 Molliersche Dampftabelle 227.  
 Monopol 364.  
 Monosaccharide 7.  
 Montanin 94.  
 Muldentrockner 302.  
 Multirotation 9.  
 Multomalt 368.  
 Musa paradisiaca 72.  
 Nachguß 194, 204.  
 Nachreife 60.  
 Nährzucker 71.  
 Naßhaufen 115.  
 Naßluftpumpe 237, 257.  
 Neumannsche Regel 58, 59.  
 Nitrophenolquecksilber 97.  
 Notreife der Gerste 49.  
 Novocit 97.  
 Nutromalt 372.  
 Oberstich 116.  
 Orzil 364.  
 Oryza sativa 70.  
 Ovomaltine 372.  
 Oxycellulose 25.  
 Oxydase 44.  
 Palmenstärke 15.  
 Pandiastase 368.  
 Pantosept 97.  
 Parallelstromkondensation 238.  
 Pentosane 23.  
 — Bestimmung 136.  
 Pentosantabelle, Kröbersche 317.  
 Pentose 7, 23.  
 — Bestimmung 316.  
 Pepsin 29.  
 — Wirkung auf Diastase 39.  
 Peptase 43, 104.  
 Peptolytische Kraft 108.  
 — Änderung beim Darren 146.  
 — Bestimmung 353.  
 Peptone 29.  
 Peptonstickstoffbestimmung 332.  
 Pericarp 48.  
 Pflanzencasein 52.  
 Pflungstädter Plansichter 305.  
 Phenolase 45.  
 Phosphorsäurebestimmung in der Asche 336.  
 Phytase 109.  
 Phytin 55, 109.  
 Plansichter 86.

- Plansichter, Pfungstädter 305.  
 Plumula 49.  
 Pneumatische Förderung 178.  
 — Kastenmälzerei 123.  
 — Mälzerei 121.  
 — Trommelmälzerei 130.  
 Polyamylose 19, 22.  
 Polygen 368.  
 Polygonum fagopyrum 71.  
 — tartaricum 71.  
 Polypeptide 29.  
 Polysaccharide 7.  
 — Spaltung 10.  
 Polyval 368.  
 Probeentnahme von Malz 304, 305.  
 Probestecher 304.  
 Protamine 30.  
 Proteasen 34.  
 Proteide 31.  
 Proteine 30.  
 — glutenartige 30.  
 Protoalbumose 29.  
 Prunal 368.  
 Puffermischungen 339, 341, 342, 343.  
 Pufferwirkung 39.  
 Putzen des Darrmalzes 162.  
 Putzen des Getreides 80.  
 Pyricit 97.  
  
**Quelleife** 63.  
 — Beurteilung 92.  
**Quellstock** 98.  
 — Größe 102.  
**Quellung** 62.  
**Quellzeit** 62, 68, 69.  
**Quetschen des Grünmalzes** 171.  
  
**Radaform** 89.  
**Radicula** 49.  
**Rahmenfilterpresse** 210.  
**Reifevorgang der Gerste** 51.  
**Reine Diastase** 368.  
**Reinprotein, Bestimmung** 331.  
**Reis** 70.  
 — Stärkegehalt 11.  
**Reisstärke** 14.  
**Retrogradation** 18.  
**Roggen** 68.  
 — Keimführung 121.  
 — Stärkegehalt 11.  
 — Weichdauer 92.  
**Roggenmalz, diastatische Kraft** 121.  
**Roggenstärke** 13.  
**Rohfaser, aschenfreie** 321.  
 — pentosanfreie 321.  
 — proteinfreie 321.  
**Rohfaserbestimmung** 320.  
**Röhrenheizkörper** 230.  
**Roßkastanie** 72.
- Roßkastanie, Stärkegehalt** 11.  
**Rückkühlung** 276.  
 — Einfluß der Luftfeuchtigkeit 280.  
 — Einfluß der Lufttemperatur 278.  
  
**Saatbeizmittel** 65.  
**Saccharase** 34.  
**Saccharide** 7.  
**Safttemperatur** 235.  
**Sago** 15.  
**Saladinscher Malzwender** 125.  
**Samenschale** 48.  
**Sau** 149.  
**Saugfilter** 194.  
**Saugschlitzennaßluftpumpe** 257.  
**Säurespaltung der Stärke** 13.  
**Schälzentrifuge** 208.  
**Schaufelmalz** 119.  
**Schaumfänger** 236.  
**Scheibenmühle** 172.  
**Schildchen** 48.  
**Schlangenheizkörper** 229.  
**Schlauchfilter** 82.  
**Schleuderluftpumpe** 258.  
**Schlichte** 2, 370.  
**Schneckenrieur** 85.  
**Schnellumlaufverdampfer** 262  
**Schnüffelventile** 258.  
**Schraubengrünmalzwender** 125.  
**Schrotanalyse** 308.  
**Schrotmühle für Analyse** 306, 360.  
**Schürraum der Darre** 149.  
**Schüttelrinnen** 77.  
**Schutzwirkung der Maltose** 39.  
**Schwellige Säure** 95, 97.  
**Schweflige Säure** 95.  
**Schweiß** 112, 115, 116, 119.  
**Schwelken** 133, 134, 143.  
**Schwimmgerste** 98.  
**Schwimmgerstenkasten** 98.  
**Secale cereale** 68.  
**Sechswalzen-Malzschrotmühle** 174.  
**Seckscher Malzspaltapparat** 178.  
**Sekretionsdiastase** 35.  
**Separatoren** 208.  
**Sharples Superzentrifuge** 209.  
**Siedepunkterhöhung der Malzwürzen** 234.  
**Silospeicher** 74, 76.  
**Sitafor** 368.  
**Sitmalt** 364.  
**Sommergerste** 47.  
**Sortiersiebe** 85.  
**Sortierzylinder** 86.  
**Soxhlets Nährzucker** 71, 372.  
 — Erzeugung 220.  
**Spelze** 48.  
**Spelzenanteil, Bestimmung** 358.  
**Spezifisches Gewicht, Bestimmung** 355.

- Spezifisches Gewicht der Würzen, Zunahme beim Verdampfen 235.  
 Spitzenglasigkeit 57, 90.  
 Spitzhaufen 115.  
 Spritzen des Grünmalzhaufens 116.  
 Stammwürze 194.  
 Staubsammler 82.  
 Stärke 11.  
 — Drehungsvermögen 16.  
 — Enzymspaltung 18, 20, 22.  
 — Feuchtigkeitsgehalt 15.  
 — Jodreaktion 17.  
 — kristallinische Struktur 16.  
 — Löslichkeit 17.  
 — Säurespaltung 18.  
 — Verkleisterung 16.  
 — Zusammensetzung 16.  
 Stärkeabbau 17, 18, 20, 22.  
 Stärkebestimmung 315.  
 Stärkekörner, Größe 12.  
 — optische Eigenschaften 15.  
 — Struktur 12.  
 — Veränderung durch Enzyme 15.  
 Stärkekrystalle 16.  
 Stärkeverluste beim Keimen 105.  
 Stärkeverzuckerung 220.  
 Steinmalz 147.  
 Stickstoffbestimmung 330.  
 Stimulation 65.  
 Stoßkraftwärmekompression 274  
 Strahlluftpumpe 259.  
 Streifenkrankheit der Gerste 67.  
 Stufenmaisverfahren 191, 218.  
 Sublimat 97.  
 Sudmaisverfahren 190, 217.  
  
 Tausendkorngewicht 58.  
 — Bestimmung 357.  
 Temperaturkontrolle der Darre 152.  
 Tenne 113.  
 — Lüften 114.  
 — Reinigung 114.  
 Tennenfläche, Größe 114.  
 Tennen-Grünmalzwender 116.  
 Tennenmälzerei 112, 113.  
 Tennentemperatur 113.  
 Testa 48.  
 Theinhardts Infantina 373.  
 Thermokompressor 259, 266.  
 Tischausleser 87, 163.  
 Topfsche Kastenkeimtrommel 142.  
 Topfsche Keimtrommel 136.  
 Topfsche Mehrhaufenkeimtrommel 140.  
 Tragfläche der Horden 149.  
 Translokationsdiastase 35.  
 Transportbänder 77.  
 Transportschnecke 77.  
 Treber, Zusammensetzung 301.  
 Treberaufhackvorrichtung 204.  
 Trebergosse 206.  
 Treberkonservierung 302.  
 Trebermontejus 207.  
 Trebertrocknung 302.  
 Trebertür 206.  
 Treberventil 206.  
 Trieur 82.  
 Triticum vulgare 68.  
 Trockendauer 289, 293, 296.  
 Trockenextrakte, Farbe 300.  
 Trockengeschwindigkeit auf der Darre 151.  
 Trockenluftpumpe 237, 254.  
 Trockenschrank 287.  
 — Dampfverbrauch 290.  
 — für Wasserbestimmung 307.  
 — Kraftverbrauch 290.  
 — Leistungsfähigkeit 288.  
 Trockentemperatur 289, 296.  
 Trockentrommel mit Auftragwalze 293.  
 Trocken 285.  
 — der Gerste 51, 74.  
 Trommeldarre 158.  
 — Freundsche 159.  
 Trommelmälzerei, pneumatische 130.  
 Trübwürzepumpe 204.  
 Turbokompressor 259, 266.  
 — Dampfverbrauch 267.  
 — Kennlinie 269.  
 — Kraftverbrauch 266.  
 Trypsin, Wirkung auf Diastase 39.  
 Trypsinspaltung der Eiweißstoffe 29.  
 Tryptophan 45.  
 Tyrosin 45, 52.  
 Tyrosinase 45.  
  
 Umluftverfahren 123, 129.  
 Umpumpen des Weichgutes 101.  
 Umschaufln, doppelstichiges 116.  
 Unomalt 364.  
 Unterstich 116.  
 Uspulun 97.  
 Ustilago hordei 67.  
  
 Vacuum-Bandrockner 290.  
 Vacuum-Doppeltrockentrommel 292.  
 — Kraftbedarf 293.  
 — Leistungsfähigkeit 293.  
 Vacuumtrockentrommel 291.  
 Ventilation der Darre 150.  
 Verdampfen 222.  
 — der hochdiastatischen Malzwürzen 224.  
 Verdampfer, Baumaterial 276.  
 — mit außenliegendem Zirkulationsröhrenheizkörper 261.  
 — mit eingebautem Röhrenheizkörper 260.  
 Verdampfersystem 224, 259.

- Verdampfleistung, Einfluß der Luft 229.  
 Verdampfraum 232.  
 Verdampftemperatur für Malzextrakte 223.  
 Verfilzen 119.  
 Verflüssigende Kraft, Bestimmung 353.  
 Verflüssigende Wirkung, optimale Temperatur 36.  
 — der Diastase 35.  
 Vertikaldarre 156.  
 — Leistungsfähigkeit 157.  
 Verzuckernde Wirkung der Diastase 35.  
 — optimale Temperatur 36.  
 Verzuckerung, Prüfung 309.  
 Vielstrahlpumpe 259.  
 Vierwalzen-Malzschrötmühle 174.  
 Virolax 373.  
 Volumetrischer Wirkungsgrad der Luftpumpe 255, 257.  
 Vorentkeimer 162.  
 Vormaischer 197.  
 Vormaischverfahren 190, 217.  
 Vorreinigungsmaschine 82.  
 Vorweichsystem 99.  
  
**Wachshaufen** 119.  
**Walzenmühle** 173.  
**Walzenschrötmühle, Kraftverbrauch** 177.  
 — Leistungsfähigkeit 177.  
**Wanders Malzextrakt** 372.  
**Waschen des Getreides** 94.  
**Wasseraufnahme in der Weiche** 90.  
**Wasserbestimmung im Dick- und Trockenextrakt** 312.  
**Wasserbestimmung im Getreide** 311.  
 — im Grünmalz 311.  
 — im Malz 307, 311.  
**Wassergehalt der Gerste** 50.  
 — günstigster beim Weichen 90.  
**Wasserstoffionenkonzentration, Änderung durch die Temperatur** 344.  
 — Änderung im Verlauf des Maischens 344.  
 — Bestimmung 338.  
 — Einfluß auf die Diastasewirkung 36, 37.  
  
**Wasserstoffionenkonzentration der Würzen** 344.  
**Wärmeleitfähigkeit** 230.  
**Wärmepumpe** 266.  
**Wärmeübergangszahl** 232.  
 — Änderung im Verlauf des Verdampfens 233.  
**Weichdauer** 91.  
**Weiche** 98.  
**Weichen** 62, 89.  
**Weichverluste** 97.  
**Weichwasserbeschaffenheit** 92.  
**Weichwassertemperatur** 91, 92.  
**Weißsche Formel zur Luftberechnung im Kondensator** 243.  
**Weizen** 68.  
 — Keimführung 121.  
 — Stärkegehalt 11.  
 — Weichdauer 92.  
**Weizenmalz, diastatische Kraft** 121.  
**Weizenstärke** 12.  
**Wenden des Darrmalzes** 153.  
 — des Grünmalzes 115.  
 — im Keimkasten 124.  
**Wintergerste** 47.  
**Wurzelkeime** 49.  
**Wurzelscheide** 49.  
**Würzefarbe, Bestimmung** 359.  
  
**Xanthoproteinreaktion** 27.  
**Xylose** 23.  
  
**Zea mays** 70.  
**Zein** 30.  
**Zellomaltin** 368.  
**Zentrifugen** 194, 214.  
**Zerkleinerung des Malzes zur Analyse** 306.  
**Zerstäubungsschibe, Krausesche** 295, 298.  
**Zerstäubungstrockner** 294.  
**Zucker** 7.  
**Zweiholdendarre** 150.  
 — Kohlenverbrauch 155.  
 — Leistungsfähigkeit 151.  
**Zweimaischverfahren** 189, 216.  
**Zweiwalzen-Malzschrötmühle** 174.

**Chemie der Nahrungs- und Genußmittel.** Von Dr. phil., Dr.-Ing. h. c. **J. König**, Geh. Regierungsrat, o. Professor an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster i. W.

**Erster Band: Chemische Zusammensetzung der menschlichen Nahrungs- und Genußmittel.** Nach vorhandenen Analysen mit Angabe der Quellen zusammengestellt. Vierte, verbesserte Auflage, bearbeitet von Dr. A. Bömer, Privatdozent an der Universität und Abteilungsvorsteher der Agrik.-Chem. Versuchsstation Münster i. W. Mit in den Text gedruckten Abbildungen. XX, 1536 Seiten. 1903. Unveränderter Neudruck 1921. Gebunden RM 40.—

**Nachtrag zu Band I: A. Zusammensetzung der tierischen Nahrungs- und Genußmittel.** Bearbeitet von Dr. J. Großfeld, Untersuchungsamt in Recklinghausen, Dr. A. Splittgerber, Untersuchungsamt in Mannheim, Dr. W. Sutthoff, Landwirtschaftliche Versuchsstation in Münster i. W. VIII, 594 Seiten. 1919. Gebunden RM 22.—

**Band I: B. Zusammensetzung der pflanzlichen Nahrungs- und Genußmittel.** Bearbeitet von Dr. J. Großfeld und Dr. A. Splittgerber. XIX, 1216 Seiten. 1923. Gebunden RM 47.—

**Zweiter Band: Die Nahrungsmittel, Genußmittel und Gebrauchsgegenstände, ihre Gewinnung, Beschaffenheit und Zusammensetzung.** Von Geh. Reg.-Rat Professor Dr. J. König. Fünfte, umgearbeitete Auflage. XXV, 932 Seiten. 1920. Gebunden RM 32.—

**Dritter Band: Untersuchung von Nahrungs-, Genußmitteln und Gebrauchsgegenständen.** In Gemeinschaft mit zahlreichen Fachleuten bearbeitet von Geh. Reg.-Rat Professor Dr. J. König. Vierte, vollständig umgearbeitete Auflage.

I. Teil: **Allgemeine Untersuchungsverfahren.** z. Z. vergriffen.

II. Teil: **Die tierischen und pflanzlichen Nahrungsmittel.** Mit 260 Abbildungen im Text und auf 14 lithographischen Tafeln. XXXV, 972 Seiten. 1914. Unveränderter Neudruck. 1923. Gebunden RM 40.—

III. Teil: **Die Genußmittel, Wasser, Luft, Gebrauchsgegenstände, Geheimmittel und ähnliche Mittel.** Mit 314 Abbildungen im Text und 6 lithographierten Tafeln. XX, 1120 Seiten. 1918. Gebunden RM 40.—

---

**Nahrung und Ernährung des Menschen.** Ein kurzes Lehrbuch.

Von **J. König**, Dr. phil., Dr.-Ing. h. c., Dr. ph. nat. h. c., Geh. Regierungsrat, o. Professor an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster i. W. Gleichzeitig 12. Auflage der „Nährwerttafel“. VIII, 213 Seiten. 1926. RM 10.50; gebunden RM 12.—

---

**Die Verwertung des Roggens in ernährungsphysiologischer und landwirtschaftlicher Hinsicht.** Nach Versuchen von Professor C. Thomas-Leipzig, Professor A. Scheunert-Leipzig, Privatdozent W. Klein-Berlin, Maria Steuber-Berlin, Professor F. Honcamp-Rostock, Dr. C. Pfaff-Rostock und dem Berichtersteller mitgeteilt von **Max Rubner**, Geheimer Obermedizinalrat, Professor an der Universität Berlin. („Die Volksernährung“, Heft 5.) Mit einer Abbildung. III, 51 Seiten. 1925. RM 2.40

---

**Mikroskopie der Nahrungs- und Genußmittel aus dem Pflanzenreiche.** Von **J. Moeller**. Dritte, neubearbeitete Auflage

von Dr. **C. Griebel**, Professor an der Staatlichen Nahrungsmittel-Untersuchungsanstalt in Berlin. Mit 776 Textabbildungen. X, 529 Seiten. 1928. Gebunden RM 45.—

**Die Pflanzenalkaloide.** Von Dr. **Richard Wolfenstein**, a. o. Professor an der Technischen Hochschule zu Berlin. Dritte, verbesserte und vermehrte Auflage. VIII, 506 Seiten. 1922. Gebunden RM 18.—

---

**Die Wasserstoffionenkonzentration.** Ihre Bedeutung für die Biologie und die Methoden ihrer Messung von Dr. **Leonor Michaelis**, a. o. Professor an der Universität Berlin. Zweite, völlig umgearbeitete Auflage. Unveränderter Neudruck 1927. Mit einem die neuere Forschung berücksichtigenden Anhang. (Monographien aus dem Gesamtgebiet der Physiologie der Pflanzen und der Tiere, Band I.) Mit 32 Textabbildungen. XII, 271 Seiten. 1922. Gebunden RM 16.50

---

**Verdampfen, Kondensieren und Kühlen.** Erklärungen, Formeln und Tabellen für den praktischen Gebrauch. Von Baurat **E. Hausbrand**, Berlin. Sechste, vermehrte Auflage. Mit 59 Figuren im Text und 113 Tabellen. XIX, 540 Seiten. 1918. Unveränderter Neudruck 1924. Gebunden RM 16.—

---

**Die Wirkungsweise der Rektifizier- und Destillier-Apparate** mit Hilfe einfacher mathematischer Betrachtungen dargestellt von Baurat **E. Hausbrand**, Berlin. Vierte, völlig neubearbeitete und sehr vermehrte Auflage. Mit 14 Textfiguren, 16 lithographischen Tafeln und 68 Tabellen. X, 270 Seiten. 1921. Gebunden RM 14.—

---

**Hilfsbuch für den Apparatebau.** Von Baurat **E. Hausbrand**, Berlin. Dritte, stark vermehrte Auflage. Mit 56 Tabellen und 161 Textfiguren. V, 132 Seiten. 1919. Unveränderter Neudruck 1924. Gebunden RM 4.50

---

**Kolben- und Turbo-Kompressoren.** Theorie und Konstruktion. Von Prof. Dipl.-Ing. **P. Ostertag**, Winterthur. Dritte, verbesserte Auflage. Mit 358 Textabbildungen. VI, 302 Seiten. 1923. Gebunden RM 20.—

---

**Neue Tabellen und Diagramme für Wasserdampf.** Von Professor Dr. **Richard Mollier**, Dresden. Fünfte, durchgesehene und ergänzte Auflage. Mit zwei Diagrammtafeln. 28 Seiten. 1927. RM 2.70