Handbuch der Presshefenfabrikation / von Wilhelm Kiby.

Contributors

Kiby, Wilhelm.

Publication/Creation

Braunschweig : Friedr. Vieweg, 1912.

Persistent URL

https://wellcomecollection.org/works/gkwbrgsh

License and attribution

Conditions of use: it is possible this item is protected by copyright and/or related rights. You are free to use this item in any way that is permitted by the copyright and related rights legislation that applies to your use. For other uses you need to obtain permission from the rights-holder(s).

wellcome collection

Wellcome Collection
183 Euston Road
London NW1 2BE UK
T +44 (0)20 7611 8722
E library@wellcomecollection.org
https://wellcomecollection.org

Neues Handbuch der Chemischen Technologie
Herausgegeben von Dr. C. Engler
3

Presshefenfabrikation

Von

Dr. Wilhelm Kiby

Friedr. Vieweg & Sohn in Braunschweig

22102366630

Med
K9640

NEUES HANDBUCH

DER

CHEMISCHEN TECHNOLOGIE

ZUGLEICH ALS DRITTE FOLGE VON

BOLLEY'S HANDBUCH DER CHEMISCHEN TECHNOLOGIE

HERAUSGEGEBEN VON

DR. C. ENGLER

WIRKL. GEH. RAT UND PROFESSOR DER CHEMIE AN DER TECHNISCHEN HOCHSCHULE IN KARLSRUHE

III.

HANDBUCH DER PRESSHEFENFABRIKATION

VON

DR. PHIL. WILHELM KIBY

GÄRUNGS-CHEMIKER UND -TECHNIKER, FRÜHER LANGJÄHRIGER TECHNISCHER LEITER GRÖSSERER PRESSHEFEN- UND SPIRITUSFABRIKEN

MIT 255 ABBILDUNGEN IM TEXT UND AUF 7 TAFELN

BRAUNSCHWEIG

DRUCK UND VERLAG VON FRIEDR. VIEWEG & SOHN

1912

HANDBUCH

DER

PRESSHEFENFABRIKATION

VON

DR. PHIL. WILHELM KIBY

GÄRUNGS-CHEMIKER UND -TECHNIKER

FRÜHER LANGJÄHRIGER TECHNISCHER LEITER GRÖSSERER PRESSHEFEN- UND SPIRITUSFABRIKEN

MIT 255 ABBILDUNGEN IM TEXT UND AUF 7 TAFELN

BRAUNSCHWEIG

DRUCK UND VERLAG VON FRIEDR. VIEWEG & SOHN

1912

Alle Rechte,
namentlich das Recht der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten.

Copyright, 1912, by Friedr. Vieweg & Sohn,
Braunschweig, Germany.

10544256

WELLCOME INSTITUTE LIBRARY
Coll. welMOmec
Call No. QT

VORWORT.

Mit vorliegendem Werke soll eine Lücke der Literatur des Gärungsgewerbes ausgefüllt werden, die gewiß mancher schon empfunden hat, der sich über die Technik der Preßhefenfabrikation mehr als in kurzen Umrissen unterrichten wollte; hat diese doch gerade seit zwei Jahrzenten auf Grund der inzwischen erzielten riesigen Fortschritte der Forschung auf dem Gebiete der Chemie und Physiologie der Gärungsvorgänge große Erfolge zu verzeichnen gehabt. Das um 1890 etwa allmächtige alte Wiener Verfahren, das zum ersten Male 1888 in Otto Durst, einem meiner Vorgänger in der Leitung der Preßhefenfabrik Bast in Buch bei Nürnberg, einen tüchtigen und erfahrenen Bearbeiter gefunden hatte, hat selbst inzwischen große Fortschritte zu verzeichnen gehabt, nicht zum wenigsten vielleicht, weil ihm in dem Lüftungsverfahren ein mächtiger Konkurrent erstanden war.

Manches was Durst, der sonst seiner Zeit und ihren Anschauungen so vorausblickende Praktiker, als auftauchende Neuerung noch zu sehen bekam und von seinem Standpunkte aus als ungangbar bezeichnen konnte, ist heute Gemeingut der Industrie des alten Verfahrens geworden, das bei uns in Deutschland allerdings nur noch eine bescheidene Rolle spielen kann, aber im Auslande noch teilweise in Riesenbetrieben im Gange ist. Deutschland hat ja dem alten Verfahren gegenüber dem Lüftungsverfahren, dem inzwischen mächtig gewordenen Gegner, dadurch eine gesicherte Stellung geschaffen, daß es ihm allein die Möglichkeit gab, neben Preßhefe noch den Rohspiritus als „Kornbranntwein“ bei Verarbeitung von bestimmten Rohstoffen erzeugen und verkaufen zu dürfen.

Das Lüftungsverfahren aber hat inzwischen so gut wie die ganze Preßhefenerzeugung an sich gerissen und das um so mehr, als es gerade in den letzten drei Jahren einen großartigen Fortschritt zu verzeichnen hatte, der die Erhöhung der Hefenausbeute auf das Doppelte der vorher üblichen ermöglichte, allerdings unter Verringerung der dabei erzeugten Alkoholmenge. Dies war aber insofern erwünscht, als der Alkoholkonsum nicht nur nicht der wachsenden Bevölkerung entsprechend gestiegen, sondern vielmehr ganz bedeutend gesunken ist. Die Möglichkeit, bei sehr großen Hefenausbeuten die Spiritusgewinnung zur quantité négligeable herabzudrücken, war daher sehr willkommen und ist soweit gediehen, daß einzelne Betriebe mit besonders hohen Hefenausbeuten den Alkohol gar nicht mehr gewinnen wollen.

Nach solchen Wandlungen einer Industrie darf man wohl von einer ausfüllungswerten Lücke in der Literatur derselben mit Recht sprechen, wenn in dem vorliegenden Werke zum ersten Male wieder seit Dursts epochemachendem Werke von 1888 über das alte Verfahren, das ganze heutige Gebiet der Preßhefenindustrie einschließlich beider Verfahren ausführlich abgehandelt wird. Zwar sollte das hauptsächlich vom Standpunkte des Praktikers aus geschehen. Und doch mußte auch der Theorie ein größeres als vielleicht beabsichtigtes und erwartetes Feld eingeräumt werden, wenn dem Praktiker das geboten werden soll, was ihm ermöglichen kann, das in engbegrenzte schematische Rahmen nicht niederlegbare Verfahren der Hefenfabrikation in seinen vielen Stufen und deren Vorgängen zu verstehen und den örtlichen Verhältnissen Rechnung zu tragen, wie es der empfindliche Prozeß der Hefendarstellung erfordert.

Es gibt nicht leicht ein anderes Gebiet, dessen fabrikmäßige Bearbeitung so sehr aus allen möglichen Zweigen der Wissenschaft schöpfen muß. Chemie, Botanik, Physik, Bakteriologie, Physiologie, letztere beiden mit ihren Spezialzweigen der Reinkultur und Enzymlehre reichen sich die Hände zu gemeinsamer Arbeit, in die bei den so großen genialen und erfolgreichen Arbeiten eines E. Fischer-Berlin und der verdienten Leiter verschiedener Spezialinstitute trotzdem nur wenig Licht gebracht werden konnte. Was also an Theorie mehr in vorliegendem Werke enthalten ist, sei eben deshalb als nötig angesehen, weil dadurch dem Interessenten Gelegenheit geboten ist, das Ursächliche und Ausschlaggebende der einzelnen Operationen besser zu begreifen und zu verstehen. Dem Fabrikbesitzer oder dem Betriebsleiter wird es aber auch

dadurch erst so recht ermöglicht, je nach den Verhältnissen Änderungen vornehmen zu können, die für jeden einzelnen Betrieb sich trotz eingehendster Behandlung des Stoffes, der sich eben nicht wie ein chemischer Prozeß in Zahlen und Formeln festlegen läßt, als gegeben erweisen können und dadurch erleichert sind, daß versucht wurde, inmitten theoretischer Erörterungen die entsprechenden Prozesse der Fabrikation zur Erläuterung heranzuziehen und diese eventuell aufklärenderweise einzuflechten.

Zur Durchführung des theoretischen Teils war der Verfasser als Mann der Praxis naturgemäß auf die Veröffentlichungen der wissenschaftlichen Institute bzw. ihrer in den Fachzeitschriften niedergelegten Forschungsergebnisse und auf die Werke unserer Meister auf diesem Gebiete angewiesen. Hier sind vor allem die Werke und die Arbeiten des Herrn Geheimen Regierungsrates Prof. Dr. Max Delbrück zu nennen, der als würdiger Schüler seines auf unserem Gebiete bahnbrechenden Lehrers Maercker seit Jahrzehnten dem gesamten Gärungsgewerbe erfolgreich neue Gebiete erschloß und die Wege ebnete, und das von ihm geleitete „Institut für Gärungsgewerbe“ mit seinen bekannten Schülern und Mitarbeitern zu großem Ansehen brachte. Herr Professor Dr. P. Lindner, der unermüdliche Praktiker und Forscher auf dem Gebiete der Gärungsphysiologie, hat mir aus seinem ausgezeichneten Werke „Mikroskopische Betriebskontrolle in den Gärungsgewerben“, bei Paul Parey, Berlin in dankenswerter Weise Bilder zur Verfügung gestellt; ebenso Herr Dr. W. Henneberg aus seinem Werke „Gärungsphysiologisches Praktikum“, bei Paul Parey, Berlin.

Soviel Tausende von mikroskopischen Beobachtungen ich im Laufe der Jahre ausführen mußte und in mehr als von der Betriebskontrolle erforderter Anzahl ausgeführt habe, so wenig konnte es mir vergönnt sein, neben mikrophotogrammatischen Aufnahmen noch Zeichnungen nach mikroskopischer Beobachtung zu machen. Zu ersteren gehören nicht gewöhnliche Einrichtungen und auch Zeit, wenn etwas Ordentliches geboten werden soll, zwei Faktoren, die dem Betriebsleiter selbst in großen Betrieben hierzu nicht zu Gebote stehen. Zu den letzteren gehört eine zeichnengewohnte und geübte Hand. Wenn ich also in dieser Beziehung erklärlicherweise nicht mit eigenen Bildern dienen konnte, so habe ich das wieder mehr als auszugleichen versucht durch all das, was ich an eigener Anschauung und Erfahrung weitgehend dem Leser bieten konnte und auch bot, als das Ergebnis

einer fast zwanzigjährigen leitenden Tätigkeit in der Preßhefenindustrie, deren ganze großartige Entwickelung der Verfasser in dieser Zeit miterleben durfte. Frei von jeder Geheimnistuerei, an der es auch jetzt, wie vor 100 Jahren im Gewerbe noch nicht fehlt, gab ich das Beste meines Wissens und Könnens zum Nutzen des ganzen Gewerbes.

Ordnungshalber sei bemerkt, daß die Säuregrade sich stets auf 100 ccm Flüssigkeit und die Temperaturangaben auf den 100teiligen amtlich eingeführten Celsius-Thermometer beziehen.

So möge denn dieses Werk der Öffentlichkeit übergeben sein und, was der Verfasser gerne hofft, dem Gewerbe nützen. Damit kommt der Verfasser nicht bloß seinem eigenen Wunsche nach, sondern nicht zum wenigsten der ihn ehrenden Anregung seines hochverehrten Lehrers, des Herrn Geheimrats Professor Dr. C. Engler an der technischen Hochschule zu Karlsruhe, dem hierfür nochmals besonderer Dank ausgesprochen sei.

Nürnberg, im Mai 1912.

Dr. W. Kiby.

INHALTSVERZEICHNIS.

Seite

A. Einleitung und geschichtliche Entwickelung der Preßhefenfabrikation 1

B. Die in der Preßhefenfabrikation vorkommenden Rohstoffe 8

Deren Beschreibung, Untersuchung und Begutachtung:

a) Das Getreide 8

α) Die Gerste, S. 9. β) Der Roggen, S. 17. γ) Der Weizen, S. 18. δ) Der Hafer, S. 19. ε) Der Mais, S. 20. ζ) Der Reis, S. 23.

b) Andere stärkehaltige Rohstoffe 24

η) Die Manioka, S. 24. ϑ) Der Buchweizen, S. 26. ι) Die Kartoffel, S. 26.

c) Die Melasse 31

d) Das Wasser 36

e) Die Schlempe 43

C. Die wichtigsten Bestandteile der Rohstoffe 46

1. Die Kohlenhydrate 46

a) Deren Beschreibung:

α) Das Stärkemehl, S. 46. β) Die Dextrine, S. 52. γ) Die Maltose, S. 53. δ) Die Dextrose (Glukose, Traubenzucker), S. 54. ε) Der Rohrzucker, S. 55. ζ) Die Melitriose, S. 55. η) Die Cellulose, S. 55. ϑ) Die Pentosane, S. 56.

b) Die Bestimmung der Kohlenhydrate 58

α) Der Stärke als solche, S. 58. β) Die chemische Bestimmung des Stärkewerts, S. 59.

$\alpha\alpha$) Die Hydrolysierung der Stärke mit Mineralsäuren, S. 59. $\beta\beta$) Die Aufschließung der Stärke mit Hochdruck, S. 60. $\gamma\gamma$) Die diastatische Stärkeaufschließung, S. 60. $\delta\delta$) Die gärungsphysiologische Stärkewertbestimmung, S. 62.

γ) Der Dextrine, S. 62. δ) Der Zuckerarten, S. 62.

$\alpha\alpha$) Dextrose, S. 62. $\beta\beta$) Maltose, Invertzucker und Lävulose, S. 67. $\gamma\gamma$) Physiologische Bestimmung der Zuckerarten, S. 67.

2. Die Eiweißstoffe, ihre Beschreibung und Bestimmung 69

3. Die Enzyme 73

a) Allgemeines 73

b) Die für uns wichtigsten Enzyme 76

α) Die Kohlenhydratenzyme, S. 76.

$\alpha\alpha$) Die Diastase, S. 76. $\beta\beta$) Die Invertase (Invertin), S. 82. $\gamma\gamma$) Die Glukase und Maltase, S. 83.

β) Die eiweißspaltenden Enzyme, S. 84.

$\alpha\alpha$) Die Peptase aus dem Malze, S. 86. $\beta\beta$) Die Peptase aus Hefe (Endotrypsin, Endotryptase), S. 87. $\gamma\gamma$) Die Zymase, S. 87. $\delta\delta$) Die Lipase, S. 92. $\varepsilon\varepsilon$) Die Oxydasen, S. 93.

Seite

D. Die Vorbereitung der Rohstoffe für die Fabrikation 95

1. Die Mälzerei 95
   a) Die Theorie der Malzbereitung 95
      α) Das Rohmaterial und seine zu fordernden Eigenschaften, S. 95. β) Die Weiche, S. 97. γ) Die Keimung, S. 101. δ) Die Darrung, S. 113.
   b) Die Praxis der Malzbereitung 115
      α) Die mechanische Reinigung der Gerste und anderer Rohstoffe S. 115. β) Die Gerstenweichen, die einfachen, die Weichen mit mechanischer und Lüftungswaschung, S. 121. γ) Die Durchführung der Mälzung, S. 130.
      αα) Über die Malztenne im allgemeinen, S. 130. ββ) Das Malz auf der Tenne, S. 133. γγ) Die pneumatische Mälzerei, S. 136. Die pneumatische Mälzerei mit Wendung durch Hand, S. 136. Die Kastenmälzerei nach Saladin, S. 141. Die verbesserte Saladinsche Mälzerei, S. 141. Die pneumatische Trommelmälzerei, S. 143. δδ) Malz aus anderen Getreidearten und Rohfrüchten, S. 150. Das Hafermalz, S. 150. Das Roggen- und Weizenmalz, S. 151. Das Maismalz, S. 152.
      δ) Die Darrung, S. 154. ε) Die Putzerei und Entkeimung, S. 161.
   c) Das Grünmalz, das Darrmalz, die Malzkeime, ihre Zusammensetzung, Prüfung und Begutachtung 164
2. Die Vorbereitung der Rohstoffe für ihre Weiterverarbeitung in der Fabrikation 175
   a) Die Zerkleinerung des Grünmalzes 175
   b) Die Zerkleinerung des Darrmalzes durch Schrotung 184
   c) Die Zerkleinerung von anderem Getreide und Rohmaterial . . 187
      α) Der Roggen, S. 187. β) Der Weizen, S. 188. γ) Der Hafer, S. 188. δ) Der Mais, S. 189. ε) Der Reis, S. 189. ζ) Die Manioka, S. 189. η) Der Buchweizen, S. 190.
3. Die Aufschließung der Rohstoffe durch Dampf 190
   a) Bei gewöhnlichem Druck 190
   b) Die Aufschließung mit gespanntem Dampf in geschlossenem Gefäß 192
      α) Die Theorie der Dämpfung, S. 192. β) Die der Dämpfung dienenden Apparate, S. 195. γ) Die Praxis der Dämpfung, S. 203.
      αα) Von Mais: Die Verarbeitung des geweichten Maises, S. 203; des geschrotenen, S. 205; des ganzen, S. 206. ββ) Die Dämpfung von Manioka und Reis, S. 210. γγ) Die Dämpfung der Kartoffel, S. 211. Die Dämpfung der Rohkartoffel, S. 211. Die Verarbeitung von Trockenkartoffeln, S. 216.
4. Die Kontrolle der Verarbeitung der Rohstoffe im Betriebe 217
   a) Die Saccharometrie 217
   b) Die chemische Prüfung 223
   c) Die Bestimmung der Säure in den Maischen 225
   d) Die mikroskopische Prüfung 227

E. Die Gärung 228

1. Geschichtliches 228
2. Ihre Erreger 235
   a) Allgemeines 235
   b) Die Hefenpilze 240

Seite

α) Ihre allgemeinen Eigenschaften, S. 240. β) Ihre Bestandteile, S. 245. γ) Ihre Ernährungs- und Lebensbedingungen, S. 247. δ) Die Kulturhefen, S. 255. ε) Die wilden Hefen, S. 265. ζ) Die Hefenreinzucht, S. 267.

c) Die Untersuchung der Hefe 274

α) Die äußeren Merkmale guter Hefe, S. 274. β) Die mikroskopische Prüfung, S. 278.

αα) Im einfachen Präparat, S. 278. ββ) Die Tröpfchen- oder Strichkultur, S. 280.

γ) Die chemisch-physiologische Prüfung der Preßhefe, S. 282.

3. Ihre Erzeugnisse 290

I. Die Hauptprodukte 290

a) Der Äthylalkohol 290

b) Die Kohlensäure 292

II. Die Nebenerzeugnisse 293

a) Das Fuselöl und seine Zusammensetzung 294

b) Der Acetaldehyd 296

c) Die Essigsäure 296

d) Die Buttersäure 296

e) Das Glycerin und die Bernsteinsäure 297

f) Die Milchsäure 297

III. Die Bestimmung und Untersuchung des gewonnenen Alkohols . . . 298

a) Der Nachweis des Fuselöls 299

b) Der Nachweis von Aldehyd 301

c) Der Nachweis von Furfurol 302

d) Der Nachweis von Säuren 302

e) Der Nachweis von Estern 302

f) Allgemeine Beurteilung von Rohspiritus und Sprit 302

g) Die Untersuchung des Fuselöls 304

α) Auf Fuselöl, S. 304. β) Auf Alkoholgehalt, S. 304.

IV. Die Alkoholometrie 305

V. Die Untersuchung von vergorenen Maischen, Würzen und Rückständen der Fabrikation auf Alkohol 306

4. Ihre Helfer und Feinde: Die Spaltpilze 310

a) Allgemeines 310

b) Die Milchsäurebazillen 311

α) Allgemeines, S. 311. β) Bacillus Delbrücki (Henneberg), S. 311. γ) Bacillus Maerckeri (Henneberg), S. 314. δ) Bacillus Beijerincki (Henneberg), S. 315. ε) Pediococcus Lindneri (Henneberg), S. 315. ζ) Bacillus Wehmeri (Henneberg), S. 317. η) Die Flockenmilchsäurebakterien, S. 319. ϑ) Die Milchsäure-Reinzucht, S. 322.

c) Die Buttersäure- und Butylalkoholbazillen 327

d) Die Essigsäurebakterien 330

α) Bacterium oxydans (Henneberg), S. 331. β) Bacterium industrium (Henneberg), S. 332.

e) Die Schimmelpilze 332

α) Allgemeines, S. 332. β) Oïdium lactis, S. 333. γ) Cladosporium herbarum, S. 333. δ) Penicillium glaucum, S. 333. ε) Aspergillus glaucus, S. 334. ζ) Mucor stolonifer, S. 334.

5. Ihre Einleitung 334

I. Allgemeines 334

II. Die Kunsthefenbereitung 336

Seite
a) Theoretisches 336
b) Die Rohstoffe 338
c) Die Maischung 340
d) Die Säurung 346
e) Das Anstellen des Hefenguts (der Satzmaischen) 352
f) Die „Reife" des gärenden Satzes 357
g) Die Untersuchung der Satzmaischen 360
α) Die verzuckerte Satzmaische, S. 360. β) Die gesäuerte Satzmaische, S. 361. γ) Die angestellte Satzmaische, S. 362. δ) Die reife Satzmaische, S. 363.
III. Besondere Satzmaischverfahren 365
a) Die Arbeit mit technischer Milchsäure 365
b) Die Verwendung von Mineralsäuren statt Milchsäure in den Hefensätzen (Satzmaischen) 366
c) Das Büchelersche Verfahren 367
d) Das Bauersche Verfahren 368
F. Die Preßhefenfabrikation 369
I. Das alte Wiener (Abschöpf-)Verfahren 369
1. Die vorbereitenden Arbeiten 369
a) Das Maischen 369
α) Die Theorie, S. 369. β) Die Praxis der Maischbereitung, S. 372.
αα) Die dazu dienenden Apparate und ihre Wirkung, S. 373. ββ) Die Durchführung der Maischung, S. 380.
b) Die Herstellung der Schlempe 390
2. Die Herstellung der Hauptmaische 398
a) Allgemeines 398
b) Die Gärbottiche 400
c) Die Hauptmaische 402
3. Die Gärung der Hauptmaische 406
a) Die Angärung 406
b) Die Ausreifung des Hefenschaumes 407
c) Der Verlauf der Gärung mit Lüftung 412
4. Die Gewinnung der Hefe 415
a) Das Abschöpfen 415
b) Die Reinigung der Hefe von den Hülsen und Maischteilchen . 423
c) Das Abwässern der gesiebten Hefe 428
d) Das Pressen der Hefe und ihre Herrichtung zum Versand . . 434
e) Der Versand der reinen und gemischten Hefe 442
5. Die Gewinnung des Alkohols 447
a) Allgemeines 447
b) Die Theorie der Destillation 448
c) Die Destillationsapparate 452
α) Die periodischen Apparate, S. 452. β) Die für die Brennapparate gebräuchlichsten Pumpen und die Abdampfverwertung in der Brennerei, S. 457. γ) Die kontinuierlichen Apparate, S. 464. δ) Die Apparate von Ilges, S. 481. ε) Die Aufbewahrung und Abfertigung des Rohspiritus, S. 484. ζ) Die Meßapparate, S. 485.
αα) Der Präzisionsmeßapparat, S. 486. ββ) Der Alkoholmeßapparat, S. 486.
η) Allgemeine Angaben über die Leistungsanforderungen an einen modernen Brennapparat, S. 489.

Seite

d) Die Reinigung des Rohspiritus, die Rektifikation 490

α) Allgemeines, S. 490. β) Die Maisch- und Würze-Feinsprit-apparate, S. 492.

αα) Der Ilges-Automat, S. 492. ββ) Der kontinuierl. Destillier-Rektifizierapparat von E. Guillaume, S. 496. γγ) Der Apparat von Strauch u. Schmidt, Neiße, zur Erzeugung von Feinsprit aus Maische oder Würze, S. 498.

II. Das neue, sog. Lüftungsverfahren; Die Lufthefenfabrikation 500

1. Allgemeines über seine Entstehung 500

2. Die in Betracht kommenden Rohstoffe und die Art ihrer Verwendung 502

a) Allgemeines 502

b) Die einzelnen Rohstoffe 503

α) Die Gerste, S. 503. β) Der Roggen, S. 505. γ) Der Mais, S. 506. δ) Die Malzkeime, S. 508. ε) Die Kartoffeln, S. 509. ζ) Die Melasse, S. 510.

3. Allgemeine Übersicht über das Lüftungsverfahren 512

4. Die einzelnen Stufen der Lufthefenfabrikation 513

a) Die Vorbereitung der Rohstoffe für die Maische 513

b) Die Herstellung der Maische 519

α) Die theoretischen Vorgänge und Gesichtspunkte der Maischung, S. 519. β) Die zur Herstellung der Maische dienenden Apparate, S. 532. γ) Die Praxis der Maischung und Säurung, S. 537.

c) Die Läuterung der Maische 546

α) Allgemeines über diesen Vorgang, S. 546. β) Die zur Läuterung dienenden Apparate, S. 553. γ) Die praktische Durchführung der Läuterung, S. 557.

d) Die Gärung 562

α) Allgemeines über die für die Gärung der Lufthefenwürze in Betracht kommenden theoretischen Vorgänge und ihre praktische Ausnutzung, S. 563. Die Anstelltemperatur, S. 567. Die Verdünnung der Würze, S. 569. Die Gärtemperatur, S. 569. Die Konzentration der Endwürze, S. 570. Die Stellhefe, S. 571. Die Lüftung, S. 573. Das Ausreifen der Hefe, S. 575. Die Angewöhnung der Stellhefe, S. 576. Die Kontrolle der Gärung, S. 578. Die Gestalt, Ausführung und Ausrüstung der Gärbottiche, S. 579. β) Die Ausrüstung der Gärbottiche und die Maschinen für die Lüftung, S. 579. Die Gärbottiche, S. 579. Die Maschinen für die Lüftung, S. 584. γ) Die praktische Durchführung der Gärung, S. 588.

e) Die Gewinnung der Hefe aus der vergorenen Würze 593

α) Allgemeines hierüber und die ältere Methode, S. 594. β) Die Gewinnung der Hefe aus der vergorenen Würze durch Zentrifugieren, S. 594.

5. Die Verarbeitung besonderer Rohstoffe in der Lufthefenfabrikation und besondere Verfahren 603

a) Die Verarbeitung von Kartoffeln 603

b) Die Verarbeitung von Melasse 606

α_1) und α_2) Zwei Verfahren mit Ansäurung durch Milchsäurebildung, S. 606. β) Das Verfahren mit Ansäurung durch Salzsäure, S. 610.

Seite
c) Einige besondere Arbeitsweisen der Lufthefenfabrikation 611
6. Die Gewinnung der Hefe durch Pressung und ihr Versand 613
7. Die Gewinnung des Alkohols aus der vergorenen entheften Würze . . 616
8. Die Rückstände der Lufthefenfabrikation 618
a) Die Treber 618
b) Die Abwässer 621
III. Das Laboratorium des Preßhefenfabrikanten 624
IV. Einiges über die maschinellen Einrichtungen 625
1. Die Dampfkessel 625
2. Die Dampfmaschine und die Transmissionen 634
V. Einige Pläne von Preßhefenfabriken 638
VI. Zusammenstellung der seit etwa 1877 im Bereiche der Preßhefenfabrikation genommenen Patente 640
Literatur 644
Alphabetisches Namenverzeichnis 650
Alphabetisches Sachverzeichnis 652

Verzeichnis der Tabellen.

I. Abgekürzte Tabelle zur Bestimmung des Stärkewerts der Kartoffeln aus dem spezifischen Gewicht nach Maercker, Behrend, Morgen (1879), revidiert und erweitert von Foth (1907) 27
II. Vergleich zwischen den Graden Balling und Baumé und der entsprechenden Menge Zucker im Liter 34
III. Tabelle für die Bestimmung des Traubenzuckers (Dextrose) nach Allihn 65
IV. Tabelle für die Bestimmung der Maltose nach Wein 68
V. Effronts Tabelle über das Verhältnis der Keimdauer und Blattkeimgröße zum Verzuckerungs- und Verflüssigungsvermögen des Grünmalzes 106
VI. Tabelle für die Umrechnung der spezifischen Gewichte von Zuckerlösungen bei $17^1/_2{}^\circ$ C (14° R) auf Saccharometergrade nach Balling 219
VII. Tabelle zur Berechnung des Fuselöls aus dem Volumen des Chloroforms bei der Bestimmung nach Röse 300
VIII. Tabelle zur Berechnung des Fuselöls aus der Steighöhe des Chloroforms bei der Bestimmung nach Röse 300
IX. Tabelle zur Verminderung der Alkoholstärke auf genau 30 Vol.-Proz. = 24,68 Gew.-Proz. 301
X. Tabelle zur Erhöhung der Alkoholstärke auf genau 30 Vol.-Proz. = 24,68 Gew.-Proz. 301
XI. Auszug aus den Tafeln zur Umwandlung wahrer Maßprozente Alkohol in wahre Gewichtsprozente Alkohol und umgekehrt; nach den amtlichen Zahlen der Normal-Eichungskommission berechnet von Dr. F. Plato 307
XII. Tabelle für die Umrechnung des spezifischen Gewichts von alkoholhaltigen Destillaten in Gewichts- und Volumprozente Alkohol . . . 308

A. Einleitung und geschichtliche Entwickelung der Preßhefenfabrikation.

Wenn wir die Entstehung der heute so hoch entwickelten Großindustrie der Preßhefenfabrikation bis in ihre Uranfänge zurückverfolgen wollen, so ist das keine kleine und leichte Aufgabe, besonders wenn wir über die Mitte des vorigen Jahrhunderts zurückgehen. Um diese Zeit herum beginnt ja die Erzeugung von Preßhefe, d. h. aus Getreide gewonnener obergäriger und trocken gepreßter, versandfähiger Hefe, sich fabrikmäßig zu entwickeln.

Über die vor diesem Zeitpunkt liegende Periode könnte man angesichts der darin für die Preßhefenindustrie geleisteten Arbeit, ohne deren Wert etwa ungerecht zu behandeln, doch auch hinweggehen, wenn nicht aus rein geschichtlichen Gründen Anlaß zu ihrer Betrachtung vorläge. Doch darf nicht außer acht gelassen werden, daß es sich um die Begehung und Bearbeitung eines Gebietes handelt, dessen wissenschaftliche Erforschung auch als Einzelgebiet erst im letzten Drittel des vorigen Jahrhunderts einsetzte. Die Chemie allerdings, die manche Frage, die hier hereinspielt, hätte erläutern können, war längst aus den Kinderschuhen heraus und hatte die letzten einengenden Gewänder der Alchemie abgestreift, als diese noch ihre Triumphe in der Wissenschaft der Gärungsvorgänge feierte. Das schon seit Leeuwenhoek bekannte Mikroskop, das ihm die Kleinlebewelt erschloß und ihn bereits die Hefe als Kügelchen erkennen ließ, stand lange Zeit unbenutzt zur Seite, obwohl es manchen jahrzehntelang behaupteten und urteilslos umhergetragenen Irrtum hätte aufklären können. Man muß sich darüber um so mehr wundern, als Leeuwenhoek schon weitgehende mikroskopische Funde gemacht hatte. Aber nicht anders ging es mit dem Thermometer, das uns Fahrenheit und Réaumur zu einer Zeit gegeben hatten, wo allein seine Benutzung zur Kontrolle der Temperatur so viele Fehlgriffe und Ungenauigkeiten hätte vermeiden können. Wie viel besser wurde es doch schon, als das Saccharometer durch Balling seinen Einzug hielt, allerdings nicht als eine Erfindung von ihm; schon vorher hatte Hermbstädt dasselbe in England kennen gelernt und zu uns gebracht. Die Maßanalyse, die in der Gärungsindustrie die so wichtige einfache und genaue Säurekontrolle ermöglichte, kam allerdings erst etwa um 1840 auf und wurde von Mohr in einem 1855 erschienenen Werke behandelt und weiter entwickelt.

Wir sehen, sowohl Mikroskop als auch Thermometer und Saccharometer standen bereit, aber die Gärungswissenschaft konnte sich aus den Fesseln ihrer Abstammung nicht befreien. Mehr als auf anderen Gebieten hat diese hier lange genug ihre Wirkung ausgeübt, und in den gelehrtesten Köpfen oft entgegen den Beobachtungen die verwirrendsten Anschauungen erstehen lassen, was wir sogleich sehen werden, wenn wir die Entwickelung der

Hefenindustrie zurückverfolgen. Der Name selbst, „Preßhefe", tritt schon lange in Abhandlungen und im Sprachgebrauch auf; war doch etwa um 1800 Bierhefe und Sauerteig noch das Ausgangsmaterial für die Bäckerei zur Einleitung der Gärung. Die Bierhefe kam flüssig, aber auch schon gepreßt zum Verkauf und zur Verwendung. Doch war damals schon bekannt, daß die obergärige Bierhefe sich besser zu Gebäck eigne. War doch die Kornbranntweingewinnung damals schon ziemlich im Gange. Man hatte also sicher auch den dabei häufig auftretenden Schaum beobachtet, aber nicht gewonnen oder verwendet: wohl aber z. B. die aus dem Spundloch ausgetriebenen Kräusen der Brauerei. 1795 tauchte dann erstmals durch Beckmann in Göttingen der Bericht über ein Verfahren des Engländers Mason aus dem Jahre 1792 auf: Gewinnung von Würze nach Art der Brauerei, aber ohne Hopfen; wenn Gärung eingetreten, Zugabe frischer Würze und nach zwei Tagen Abnahme des Schaumes. Allem Anscheine nach ein Verfahren für den Hausgebrauch der Bäcker etwa. Er bespricht auch die damalige Literatur dieses Gebietes, bei der fast immer nur von der Entdeckung eines Geheimnisses die Rede ist, das eigentlich keiner selbst so recht kannte. Etwa um 1800 liest man dann zuerst von gepreßter Hefe, die zur Verwendung kam, und zwar von Getreidehefe, so daß man wohl um diese Zeit herum die Entstehung der Preßhefenindustrie zu suchen hat. Hering in Oschatz überliefert uns aus zweiter Hand einen Bericht über ein in Schiedam (Holland) gebräuchliches Verfahren, dessen „Geheimnis" von einem Dr. Seezen verraten wurde. Doch ist kein Zweifel, daß das in diesem Bericht beschriebene Verfahren eine Hefenfabrikation aus Getreide darstellte; aber es fehlen gar viele Angaben, die die dürftigen Mitteilungen ergänzen könnten. Es dürfte sich aber um das „holländische" Verfahren handeln, das in ähnlicher Weise bis auf den heutigen Tag angewendet wird. In seinem hochinteressanten Buche, das allerdings heute fast nur noch historisches Interesse hat, „Gärungschemie für Praktiker", bei Parey, Berlin 1881, in vier Bänden erschienen, schildert Dr. J. Bertsch dieses holländische Verfahren, dessen zwei Arbeitsweisen kurz wiedergegeben seien. Eine Maische aus Roggen- und Malzschrot von etwa bis 10° Balling wird bei 18 bis 19° mit Hefe angestellt und einige Stunden der Ruhe überlassen. Im einen Verfahren werden dann etwa $^3/_5$ der „geruhten" Maische, die, nachdem sich die Treber etwas gesetzt hatten, vermutlich angärte, in zwei über dem Hauptbottich befindliche Holzbottiche gegeben; im anderen Verfahren in einen flachen Holzbottich nach Art der Kühlschiffe. Aus den beiden Holzbottichen wird der entstandene Hefenschaum abgeschöpft und die zurückbleibende Maische in den Hauptbottich zurücklaufen gelassen. Bei dem flachen Holzbottich wird durch einen zu entfernenden Zapfen eine Öffnung frei gemacht, durch die die Maische unterm Hefenschaum weg in den Hauptbottich läuft; der zurückgebliebene Hefenschaum wird durch eine andere Öffnung im Boden des Bottichs entfernt und genau wie die nach dem anderen Verfahren gewonnene Hefe gesiebt, gewaschen und gepreßt. Von Donndorf 1817 erfahren wir, daß schon 1781 in Holland so gearbeitet worden sei. Um 1800 lesen wir bereits aus Holland Klagen über die Schwierigkeit, für die Bierhefe Absatz zu finden. Von Holland, das also wohl den Anfang der Preßhefenfabrikation sah, kam das Verfahren nach Deutschland und wurde als „Geheimnis" teuer verkauft. Es wurde aber bald durch einheimische Methoden verdrängt.

Als erster deutscher Neuerer trat 1810 Tebbenhof auf, der Sohn eines Branntweinbrenners, der Hefe nach dem holländischen Verfahren gewann und zuerst flüssig, später gepreßt verkaufte; er führte auch 1825 eine Hebelpresse ein. Nun tauchen überall Schriften auf, die von dem neuen Gewerbe handelten, und zwar natürlich von dem „aufgedeckten Geheimnis"!

1822 erschien ein Buch von dem Amtsrat und Chemie-Professor Tiele, Halle, das das ganze damals bekannte Gebiet behandelt. Er betonte die Wichtigkeit des Malzes, führte sie aber nur auf dessen Zuckergehalt zurück. Er kannte also die Diastase nicht. Auch die Pflanzennatur der Hefe war unbekannt. Die Hefe ist ihm eine Art Kleber, der die Stärke in Zucker und diesen dann in Alkohol und Kohlensäure überführt. Er stellt sich als großen Praktikus hin, der aber mit 58 bis 60° R abmaischt! Alles war Handarbeit. Kühler kannte man nicht, also langsame Abkühlung mit all den Gefahren der Infektion vermutlich in einer Art Kühlschiff. Urkundlich hatte allerdings erst 1833 Tebbenhof solche in seinem Betriebe. Tiele hatte natürlich auch sein Geheimnis: die Zugabe von Pottasche- und Salmiaklösung bei 40° R zur Maische; erstere mag zur Abstumpfung der übermäßigen und meist falschen Säure nicht unberechtigt gewesen sein, obwohl überall, wo dieser Zusatz auftrat, ihm — infolge des Eintritts von Kohlensäureentwickelung jedenfalls — die Einleitung oder wenigstens Beschleunigung der Gärung zugeschrieben wurde. Sieben und Waschen der Hefe gingen sehr primitiv vor sich; die Qualität scheint auch danach gewesen zu sein. Doch konstatiert er schon den Vorteil der Getreidehefe zur Weißbrotbäckerei gegenüber Bierhefe; die Bäcker waren froh, von dieser unabhängig zu sein. Unter den vielen Schriften, die damals erschienen, ist besonders eine von Gutsmuths bemerkenswert. Der Erfinder des Verfahrens ist ihm unbekannt; aber es sei von Holland um teuren Preis zu uns gekommen; ein Pfund Hefe kostete 7,5 bis 10 Sgr. Er kennt auch schon wie Tebbenhof und andere die Verwendung der Schlempe, maischt auf 50 bis 52° R ab, kühlt im Kühlschiff auf 20 bis 22° R ab, stellt an und findet auch, daß man die Schlempe bloß 8- bis 10mal hintereinander verwenden soll, um ein Schlechtwerden der Hefe zu vermeiden. Die abgeschöpfte Hefe kommt in kaltes Wasser! Doch kennt er die Verwendung von Kunsthefe nicht. Zum Anstellen nimmt er obergärige (Bier-) Spund- oder Preßhefe; auf 240 Pfd. Schrot 2 Pfd. etwa. Doch nimmt er von jeder Gärung für die des anderen Tages Mutterhefe ab. Gutsmuths konnte seine Hefe schon 20 Meilen weit verschicken und hatte Händler, die ihm im Monat bis zum Werte von 100 Thlr. Hefe abnahmen. Zu längerer Aufbewahrung empfiehlt er, die Hefe unter öfter zu erneuerndem Wasser zu halten. Im Sommer war geringer Bedarf an Hefe, da mehr Bier und damit mehr Bierhefe gewonnen wurde. Gutsmuths kannte auch schon auf Löschpapier getrocknete, über ein Jahr haltbare Hefe. Um diese Zeit wird die Wandsbecker Fabrik von Helbing gegründet (1831 bis 1832), der die Fabrikation in Kopenhagen gelernt hatte; aus kleinsten Anfängen entstand bald, besonders als des Gründers Sohn, Chr. Heinr. Helbing, etwa um 1852 bis 1853 die Fabrik übernommen hatte, ein Großbetrieb; als er 1887 starb, war das Unternehmen das größte Deutschlands. Auch wurde um 1840 bis 1845 herum bereits von anderen Hamburger Fabriken (Peters, Sohst) Export getrieben und Hefe schon in ansehnlichen Mengen versandt. Um 1840 erschien nunmehr ein Werk von Prof. Dr. Otto, das sich auch mit der neuen Industrie befaßt, bezüglich

Gärung noch recht altertümliche Anschauungen verbreitet, aber in bezug auf die Fabrikationsmethode einen Fortschritt bedeutet. Er läßt bei 40 bis 50° R einteigen, bei 50 bis 52° abmaischen, verwendet Dampf dazu, läßt die Maische einige Stunden säuern, stellt mit warmer Maische die Stellhefe vor, säuert die Hauptmaische im Verhältnis von etwa 0,5 Liter Schwefelsäure auf 900 bis 1000 Liter an. Vermutlich haben wir darin das Hamburger Verfahren zu erblicken, das merkwürdigerweise erst etwa 1870 sich den wertvollen Helfer, die Kunsthefe, angliederte. Die Ausbeute wird auf 6 bis 8 Proz. Hefe angegeben, also ein Fortschritt gegen die des oben erwähnten holländischen Verfahrens mit 4 bis 6 Proz. An Spiritus gewann man $^3/_4$ bis $^4/_5$ der Ausbeute ohne Hefengewinnung, also etwa 15 bis 16 Quart (etwa 0,9 Liter) statt 21 Quart. Über die Qualität verlautet nichts, aber es genügt zu lesen, daß zur Haltbarmachung Zusätze z. B. von Stärke, Hopfenabkochung u. a. oder Trocknung der in dünne Platten ausgewalzten Hefe empfohlen werden. Etwa um 1830 begegnen wir noch in Bayern dem holländischen Verfahren, das dort einem Braumeister Pfeffer privilegiert wurde. Meist war — der Grund liegt nahe — die Essigfabrikation mit der Erzeugung von Hefe verbunden. Neben flüssiger, obergäriger Bierhefe kann man da und dort noch solche aus Malzwürze finden. Von letzterer wurde noch gegen 1890 welche in den Verkehr gebracht. Wie sehr die technische Durchführung der Fabrikation im argen lag, erhellt aber deutlich aus dem Preisausschreiben des heute noch blühenden „Vereins zur Förderung des Gewerbefleißes in Preußen“ vom Jahre 1839, das aber sozusagen ohne Erfolg blieb. Die gestellten Anforderungen waren damals geradezu unerfüllbar, um so mehr, als es sich um ein Einmaleins der Hefenerzeugung im kleinsten, etwa in Mengen von zwei Pfund gepreßter Hefe handelte. Eine Forderung, die überaus hoch erscheint gegenüber der reinen Empirie, in der damals das Gewerbe arbeitete und suchte. Nun tauchen Namen auf, die auf dem Gebiete der Gärungswissenschaft überhaupt bekannt sind: Hermbstädt, Pistorius, Dorn, Reiz. Um 1840 beschert Pistorius der Brennereiindustrie den nach ihm benannten, heute noch mit kleinen Abänderungen im Betriebe benutzten Brennapparat. Die Kartoffelverarbeitung auf Spiritus hatte großen Umfang angenommen und die Getreidebrennerei sehr eingedämmt, so daß Lüdersdorff über Stellhefenmangel für die Hefenfabriken klagt. Aber allenthalben regt es sich jetzt im Gewerbe: der wachsende Bedarf an Hefe drängt zur Verbesserung der Technik. Das Kühlschiff mit Rührwerk erscheint zur Beschleunigung der Abkühlung, indirekt eine Sicherung gegen unrichtige Säuerung und Infektion. Dr. Wagenmann erfand einen Maisch- und Kühlapparat — leider zu früh für die damaligen Verhältnisse. Die Maischtemperatur wird bei 49° R gehalten; die Schutzwirkung der Milchsäure und die Eigenschaft der Schlempe als Hefennährmittel werden erkannt. Aber von Kunsthefenarbeit ist keine Rede; dafür taucht wieder der berühmte Pottaschezusatz auf, der die „Gärung“ einleitet. Schwarze aber verwirft um diese Zeit energisch den Wert der beliebten Zusätze, nimmt 1 Proz. der Maischung als Stellhefe und wechselt, der Qualität der Arbeit halber, von Zeit zu Zeit mit Weißbierhefe, stellt Ansprüche für gute Hefe auf, verlangt gelblichweiße Farbe, geistig-würzigen Geruch und muscheligen Bruch! Ein ganz gewaltiger Fortschritt. Aber trotzdem hört man Zeitgenossen darüber klagen, daß alles Zufall sei. Etwa 1843 war noch die ganz alte Form der Hebelpresse in Verwendung.

Unterdessen war in Österreich auf dem Gebiete der Hefenerzeugung auch Arbeit geleistet worden. 1822 verschickt Burka, Groß-Engersdorf bei Wien, getrocknete Hefe in Paketen; 1823 bringt Girzek ein neues Verfahren, das sehr ans holländische erinnert; 1845 beschäftigt sich (siehe oben 1839, „Verein zur Förderung des Gewerbefleißes in Preußen") der Niederösterreichische Gewerbeverein mit der Prüfung von Preßhefe, die Karl Friedenthal, Brennereibesitzer in Preußisch-Schlesien und Pächter einer Brennerei in Rutzendorf im Marchfeld, erzeugte. Dieser Karl Friedenthal ist der Gründer der heute so bedeutenden Gießmannsdorfer Fabrik. Es scheint also, daß Österreich den Anstoß zur Entwickelung seiner Hefenindustrie von Deutschland empfing.

In obigem Verein hielt ein Bäcker Leopold Wimmer (1846) einen Vortrag über die damaligen Verhältnisse der Hefenindustrie. In der Brauerei war man zur Arbeit mit Unterhefe übergegangen, die ja natürlich viel stärker verunreinigt war und deren Verwendung deshalb kein Ersatz für den Rückgang des Oberhefenangebots war. Es blieb also keine andere Möglichkeit, als Ersatz durch Kunsthefe, Getreidepreßhefe, wie er sie von Dursthoff in Dresden gut, aber teuer bezog mit 8 Fl. Fracht und Zollkosten pro Zentner. (Dursthoff ist der Gründer der heute noch blühenden Dresdener Kornspiritus- und Preßhefenfabrik von J. L. Bramsch. Letzterer erwarb 1840 die Dursthoffsche Fabrik und gründete in Teplitz 1860 eine zweite, heute noch berühmte Fabrik.) Wimmer beantragte ein Preisausschreiben, das ein beredtes Zeugnis für den blühenden Zustand der Wiener Bäckerei und einen Wendepunkt in der Preßhefenindustrie bedeutet, die von da an in Österreich den Anlauf zu der hohen heutigen Entwickelung nahm, von der auch Deutschland Nutzen zog. Bahnbrechend war nun Ad. Jgn. Mautner, der den ersten Preis erhielt. Erst Kartoffelbrenner, dann Pächter der St. Marxer Brauerei, wandte er sich der Getreidepreßhefen-Erzeugung zu und schuf als großer Organisator bald bedeutsame Fortschritte. Ohne irgendwelche Anleitung lernt er 1849 den Mais als teilweisen Ersatz des teuren Roggen verarbeiten und bringt dadurch den Maisbau zu großer Blüte und dem Gewerbe Unabhängigkeit von den unsicheren Roggenernten und -Preisen. 1853 stellt er die ersten eisernen Spiritussammelbehälter auf. Daß er 1841 das erste Eis in seine Keller einlagert, 1842 das erste klar abgelagerte eiskalte Bier zur Sommerzeit als „Abzug" zum Verkauf bringt, 1843 den Bierwürze-Eiskühlapparat, den (heute noch gebräuchlichen) Eisschwimmer für das gärende Bier erfindet, 1843/44 den ganzen Sommer hindurch ununterbrochen Unterzeugbier braut und 1846 den ersten Lagerkeller mit obenaufliegendem Eiskeller erbaut, sei zu bemerken hier gestattet. In den Händen dieses tüchtigen, erfinderisch veranlagten Mannes war die aufstrebende Hefenindustrie gut aufgehoben. Er verstand es auch, sich gute Mitarbeiter zu sichern, besonders zwei Westfalen, Gebrüder Reininghaus, deren einer die Fabrikation in Hannover gelernt hatte und später in Graz eine heute noch bekannte Fabrik baute. Für wie wichtig die Maisarbeit Mautners allseitig betrachtet wurde, ersieht man am besten daraus, daß nach eigenem Zeugnis van Marken in Delft, als Arbeiter verkleidet, sich Kenntnis davon verschaffte, ebenso wie ein russischer Fabrikant es nach einem anderen Rezept versuchte und erreichte. Nun schossen allüberall neue Anlagen empor: in Wien die von Kuffner und Springer. Letzterer brachte die Fabrikation nach Frankreich, wo sich

heute noch in Maisons Alfort dieser Riesenbetrieb (nur nach dem alten Verfahren arbeitend) befindet. Der österreichische Staat sah die aufstrebende Industrie mit Vergnügen sich ausbreiten und vervollkommnen und unterstützte die Industrie darin durch mit dem Fortschritt wachsende Spiritusbesteuerung, der sich das Gewerbe immer nur durch weitere technische Ausbildung der Fabrikation zu erwehren suchen mußte. Die Arbeitsweise des alten Verfahrens, das sich in Österreich zu einer bei uns fast unbekannten Blüte entwickelte und deshalb auch heute noch existenzfähig ist, hat sich bis auf technische Verbesserungen kaum viel geändert. Nach des Verfassers Wissen werden drüben von Mais 35 Proz., Malz und Roggen etwa je 30 Proz. eingemaischt; hiervon dienen je 5 Proz. Malz und Roggen zur Kunsthefenbereitung; Zahlen, die wir auch in dem Buche des Praktikers Schönberg 1878 finden, der die damals übliche Arbeitsweise kundgibt. Unterdessen war man in Deutschland auch nicht stillgestanden. Statt des Luft- und Darrmalzes lernte man Grünmalz verarbeiten; 1860 trat überall das Kühlschiff in seiner modernen Form in Gebrauch. Es sollte neben der Kühlung der Maische auch deren Sättigung mit Sauerstoff bezwecken. Erst ab 1870 ungefähr treten Kühler auf, da die stärkere Beanspruchung der Fabrikation die dadurch bedingte Zeitersparnis verlangte. Einen wichtigen Fortschritt bedeutete die von Dehne in Halle 1867 konstruierte Filterpresse, die den Trockenpressungsprozeß der Hefe nicht nur verbesserte, sondern auch sehr abkürzte. Die erste war 1867 bei Althen u. Mende in Halle a. S., die nächste 1869 in Wandsbeck bei Helbing in Betrieb; dann kamen in rascher Folge alle damals bestehenden schon großen Hefenfabriken. Um diese Zeit entstanden auch noch Betriebe, die es bald zu bedeutender Größe bringen sollten: Wulf in Werl (Westfalen) und G. Sinner in Grünwinkel bei Karlsruhe. Letzterer betrieb damals schon eine für jene Zeit ansehnliche Brauerei und Essigfabrik, mit der, wie in manchen deutschen Betrieben, die Fabrikation von flüssiger Hefe verbunden war; 1867 führte G. Sinner, ein weit ausblickender energischer Praktiker und Kaufmann, die Preßhefenfabrikation ein, die sich unter seinem Sohne Robert Sinner zu einer der größten Fabriken der Branche entwickelte. Um die Zeit etwa des Jahres 1868 kostete ein Pfund Hefe 30 bis 32 Kr. süddeutsche Währung = etwa 90 bis 96 Pfennig Reichswährung, bei einer Ausbeute an Hefe von 6 bis 7 Proz. und an Spiritus von 24 bis 25 Proz. Die infolge der Reichsgründung einsetzende Patentgesetzgebung regte die Maschinen-Spezialindustrie zu besserer Tätigkeit an; 1878 brachte dem Gewerbe Alfred Simmen in München die — später verbesserte — Hefe-, Pfund- und Teilmaschine. Hagspihl in Görlitz erfand eine Hefensiebmaschine, deren Vertrieb, Darstellung und Vervollkommnung lange Jahre in den Händen von Prollius in Görlitz lag und heute von der Firma Richard Raupach, Maschinenfabrik Görlitz, G.m.b.H., besorgt wird. 1879 erhielt Dr. Rainer in Wien ein Patent auf Herstellung von Preßhefe ohne Spiritusgewinnung: viel Pepton und wenig Zucker gelangten zur Vergärung; doch kam das Verfahren nicht zur Ausbeutung im Großen, deren Versuch durchaus mißglückte.

Nun treten wir mit Anfang der achtziger Jahre in die bedeutendste, technisch und wissenschaftlich ergiebigste Periode der Preßhefenindustrie. Von ungeheurem Wert für sie waren die Arbeiten Delbrücks, des eines großen Meisters wie Maercker würdigen Schülers, die er mit Hayduck teilweise

zusammen machte. Merkwürdigerweise war es dieser Zeit erst beschieden, dem Mikroskop, das seit 200 Jahren bekannt und sehr vervollkommnet war, den gebührenden Platz in der Gärungswissenschaft und -Industrie einzuräumen. Durst konnte mit seiner Hilfe die wichtige Entdeckung machen über die Reife des Hefensatzes und die ihn kennzeichnenden Begleiterscheinungen; sie fällt ungefähr mit der Vergärung der Hälfte der ursprünglichen Saccharometergrade zusammen und mit dem Zerfall der Sproßverbände der wachsenden Hefe. Hayduck gab uns die wichtigen Arbeiten über die Einwirkung verschiedener Säuren auf Hefengärung und Wachstum. Delbrück brachte Licht in das Dunkel, das bis dahin unser Wissen über Milchsäurebildung und -bildner beherrscht hatte, und schuf die Grundlage zur Sicherheit des Brennerei- und Preßhefenbetriebes. 1879 nahm Marquardt ein Patent auf Herstellung von Hefe aus Würze unter Einblasen von Luft in die Gärung und griff dadurch eine Beobachtung wieder auf, die Pasteur bereits gemacht hatte. Doch war Marquardts Patent mehr ein Vorschlag, der nicht praktisch ausgenutzt wurde. 1881 trat mit ähnlichen Angaben Uekermann in Herford auf, ohne aber die Sache nach der Richtung der Hefenerzeugung überhaupt zu verfolgen.

Unterdessen hatten die Arbeiten im Berliner Institut große Fortschritte angebahnt, besonders die Arbeiten über Ernährungsbedingungen und Eiweißbedarf der Hefe. 1886 trat in England erstmalig in greifbarer Form die Lufthefenfabrikation auf. Howman in Grantham mischt eine heiße invertierte Rübenzuckerlösung im Läuterbottich mit Malzkeimen oder Kleie oder beiden zugleich, läutert ab zum Gärbottich, der sowohl Kühlrohre wie Rohre für die Lüftung enthielt. In die im Gärbottich befindliche Würze gab er die Stellhefe, blies während der ganzen Gärdauer Luft ein unter Regulierung der Temperatur mit dem Kühlrohrsystem und schleuderte nach 9 bis 12 Stunden die Hefe aus der vergorenen Würze ab zum Pressen. Aber die ganze kurz zusammengedrängte Arbeit verlangte andere Maischung, deren Auffindung erleichtert war, nachdem Hayduck mit seinen wichtigen Arbeiten über den Eiweißbedarf und Eiweißgehalt der Hefe, mit dem proportional deren Gärkraft steigt, den Weg gezeigt hatte. Man maischte die stickstoffreichen Keime zu und leitete in der ganzen Maische Milchsäurebildung ein. Von England kam die Lufthefenfabrikation zu uns über Schweden und Dänemark, wo sie Bruun fabrikmäßig mit Erfolg durchgeführt haben soll. In Deutschland waren es besonders H. Riese, Wandsbeck, Dr. Francke, Nycander, Genge, die ab 1889 sich der Einführung und Ausarbeitung der Sache widmeten. Soviel dem Verfasser bekannt, war Kahlke in Königsberg einer der ersten, die sich durch Riese das Verfahren einrichten ließen, doch werden um diese Zeit schon in manchen Fabriken Versuche gemacht worden sein. Denn so einfach die Sache ausgesehen haben mag, so schwer war es, der auftretenden Hindernisse Herr zu werden. Der Verfasser weiß aus eigener Erfahrung und Tätigkeit in der Preßhefenindustrie, daß Anfang der neunziger Jahre des vorigen Jahrhunderts die oben erwähnten Herren noch nicht festen Fuß gefaßt hatten auf dem neuen Boden und noch tief im Versuchen und Probieren steckten. Erst so gegen Mitte der neunziger Jahre des verflossenen Säkulums konnte man davon sprechen, daß die Lufthefenfabrikation feste verläßliche Normen angenommen und die zur befriedigenden Durchführung der Arbeit nötigen maschinellen technischen Einrichtungen zur Verfügung

hatte. So langsam die Industrie sich der neuen Methode zuwandte — sie kam ja gerade zur rechten Zeit, um das steuerlich eingeengte Gewerbe in die Lage zu versetzen, dem wachsenden Hefenbedarf entsprechend bei bisheriger Spirituserzeugung mehr Hefe zu erzeugen —, so intensiv vollzog sich ihr Siegeszug, als die Industrie notgedrungen ihre Vorteile sich zu Nutzen machte. Der weitere Ausbau der Lufthefenfabrikation ist mit der Behandlung derselben im technischen Teil des Buches eng verknüpft und muß dort besprochen werden, weshalb die Schilderung der geschichtlichen Entwickelung der Hefenindustrie hiermit beschlossen sei. Sie gibt uns in ihren Anfängen oft genug beredtes Zeugnis von der auch auf anderen Gebieten beobachteten Tatsache, daß wichtige Erkenntnisse und Erfindungen einzelner, von den maßgebenden Kreisen, Gelehrten und Fachleuten unbeachtet, nicht die nötige Nutzanwendung finden und erst nach vielen Jahren zur Anerkennung gelangen und zur Förderung einer Sache dienen — wenn sie überhaupt nicht noch einmal gefunden und erfunden werden müssen. Brauchte es doch fast 200 Jahre, bis das 1685 in gebrauchsfähigem Zustand erfundene und erschaffene Mikroskop in den Dienst einer Sache gestellt wurde, in der es — nachdem sein Erfinder schon die Hefe als runde Kügelchen erkannt hatte — viel früher manchen Irrtum aufklären und Irrwege hätte vermeiden helfen können.

B. Die in der Preßhefenfabrikation vorkommenden Rohstoffe.

Deren Beschreibung, Untersuchung und Begutachtung.

a) Das Getreide.

Wie aus der Einleitung bereits ersichtlich, ist das Ausgangsmaterial für die Preßhefenfabrikation insofern durch deren Herkunft gegeben, als sie aus der Brauerei heraus sich entwickelte, die Malz, d. i. gekeimte Gerste, verarbeitete und noch heute verarbeitet. Doch sah man bald ein, daß für die Hefengewinnung noch andere Stoffe nötig sind, die mehr Eiweiß enthielten, weshalb wir auch bald Roggen und Weizen in der Reihe der Rohstoffe für Hefenbereitung antreffen. Unter Preßhefe wird ja auch allgemein der aus Getreide gewonnene, obergärige, trocken gepreßte und so versandfähig gemachte Gärungserreger, also Getreidepreßhefe im Gegensatz zu Bierhefe verstanden. Es mutet aber wahrlich nicht neuzeitlich an, wenn wir daran erinnern müssen, daß etwa ums Jahr 1840 allgemein Klagen sich erhoben über die zu gutem Gebäck unbrauchbare Bierhefe und der Ruf nach einem guten Ersatz sich erhob und daß heute, da dieser Ersatz in tadelloser Qualität genügend vorhanden ist, noch viele Bäckermeister Bierhefe verbacken! Man sollte glauben, daß die im Jahre 1840 für gutes Gebäck von Bäckermeistern als untauglich bezeichnete Bierhefe als Gärungserreger für dieses Gewerbe nicht mehr in Betracht kommen könnte. Versuche eines Engländers, durch Einführen von komprimierter Kohlensäure in den Teig die Lockerung anstatt mit Hefe zu erzielen, zeigten mehr als deutlich an diesem „aërated bread“, daß die Kohlensäure-

entwickelung allein es nicht ist, was die Getreidepreßhefe zu einem unentbehrlichen Hilfsmittel der Bäckerei gemacht hat, weshalb auch wirklich für ein gutes Gebäck die Bierhefe ausscheiden muß. Unter den Getreidearten, die für die Hefenfabrikation in Betracht kommen, sind zu nennen: Gerste, Roggen, Weizen, Hafer, Mais; im Durchschnitt kann man wohl sagen, daß nur Gerste, Roggen, Mais und Malzkeime Verwendung finden, welch letztere in manchen Betrieben teilweise durch Haferhülsen ersetzt werden. Außerdem kommt als Ausgangsmaterial auch in Frage die Kartoffel und Melasse, die weniger bei uns als in Österreich, wo sie noch gut und billig zu haben ist, Verwendung findet, meist allerdings nur im Winter und in den kühlen Monaten von Herbst und Frühling.

α) Die Gerste. Was die Gerste besonders, die Getreidearten überhaupt für die Hefenfabrikation wie für die Brennerei wertvoll macht, ist nicht nur der Stärkegehalt, sondern die Fähigkeit, bei ihrer Keimung Stoffe zu erzeugen, die sowohl Stärke als auch Eiweiß spalten bzw. abbauen können.

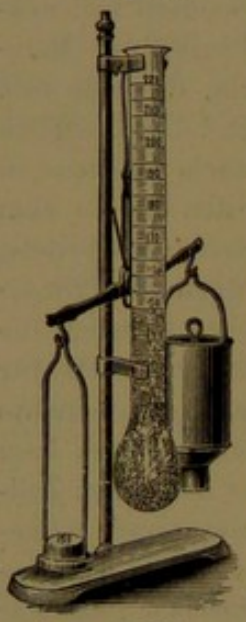
Die Gerste wird deshalb selten als Rohfrucht verwendet, sondern fast ausschließlich als Malz, d. i. gekeimte Gerste. Den wichtigen Prozeß der Malzbereitung werden wir in einem besonderen Abschnitt behandeln, da ja da und dort auch anderes Getreide als Malz zur Verwendung gelangt. Ursprünglich war bei uns fast ausschließlich deutsche Landgerste im Gebrauch, meistens in Sekundaware, wie sie früher die Brauerei bei Sortierung der Gerste zum Verkauf brachte, als sie nur Gerste mit hohem Hektolitergewicht verarbeitete. Nun ist man bald im Brennereigewerbe durch die Untersuchungen der führenden Institute sich darüber klar geworden, daß die inländischen Gersten, die man allmählich für die Brauerei in eiweißarmen Varietäten gezüchtet hatte, für unsere vorliegenden Zwecke nicht besonders empfehlenswert seien. Man suchte eiweißreiche Gersten zu erhalten, die uns nur das Ausland liefert. Dazu kam auch, daß unsere guten inländischen Gersten wohl infolge der deutschen Zollpolitik meist hoch im Preise waren und leicht an die Brauereien und Mälzereien abgingen. Auf dem Getreidemarkt standen nun Provenienzen in mannigfacher Art an Gerste zur Verfügung. Je nach der geographischen Lage der Fabriken kamen russische, Balkan-, afrikanische und amerikanische Gersten in Betracht. Durch die letzte Zollgesetzgebung wurde nun der Begriff Gerste differenziert. Die Braugerste, d. i. Gerste, die zu Brau- und Mälzereizwecken in Verwendung kam, hatte, vom Ausland kommend, den ganzen Zoll mit 4 ℳ pro 100 kg zu bezahlen, während die minderwertigeren Gersten, die Futtergersten, mit 1,30 ℳ pro 100 kg eingelassen wurden. Diese Unterscheidung gab Anlaß zu vielen Ungleichheiten in der Beurteilung der zu verzollenden Gerste, so daß jahrelang, um allen Schwierigkeiten von vornherein aus dem Wege zu gehen, die einlaufenden Futtergersten kaum ein Hektolitergewicht von 60 kg hatten.

Die Getreidehändler hatten sich außerdem dahin geeinigt, daß nur das Seehafen-Abladegewicht maßgebend sei, das — der Verfasser hat das in einem Prozeß selbst erlebt — meist um 2 bis 3 kg schwerer war, als das bei Ankunft der Gerste an Ort und Stelle bestimmte Hektolitergewicht, wofür beim Schiedsgericht die Auskunft zuteil wurde, daß das eben so der Fall sei. Nun war ja die Einfuhr von Gerste zum niederen Zollsatz möglich nach vorgenommener Denaturierung mit Eosin; doch hatte man in Preßhefenfabrikanten-

kreisen lange Zeit als möglich angenommen, daß die Eosinfärbung den Keimprozeß störe und sich der Hefe später durch die Maische mitteile.

Neuerdings scheinen nach Versuchen der wissenschaftlichen Institute und in der Praxis die Bedenken zerstreut zu sein. Außerdem kam die Gesetzgebung dem Brennereigewerbe beim Bezug von eiweißreicher ausländischer Gerste insofern entgegen, als sie auch höheres Hektolitergewicht aufweisende Ware als „Brennereigerste" zum niederen Zollsatz einließ, wenn der Besitzer dieselbe in besonderen Räumen lagerte, in eigenen Büchern nach zollamtlicher Vorschrift buchte, so daß das Zollamt jederzeit durch Vornahme einer Bestandsaufnahme sich über die bestimmungsgemäße Verwendung der „Brenngerste" versichern konnte. Vorschriften, die leicht zu erfüllen sind und dem Fabrikanten den Bezug guter Brenngerste ermöglichen. Man kann so Gerste mit einem Durchschnittshektolitergewicht von etwa 62 bis 63 kg zu billigem Preise beziehen. Erfahrungsgemäß haben diese Gersten den höchsten Eiweißgehalt, sind deshalb für unseren Zweck wie geschaffen, zumal sie auch ein gutes Hülsen-, d. i. Läutermaterial liefern. Während sich unsere einheimischen Gersten zur Freude der Brauindustrie durch Eiweißgehalte von etwa 10 Proz. auszeichnen, haben die ausländischen, speziell die russischen, solche von 12 bis 15 Proz. Eine höher gewichtige Brenngerste zu verwenden als von 62 bis 63 kg, ist auch deshalb nicht geboten, weil durch die Spiritussteuergesetzgebung einerseits und die möglichen hohen Hefenausbeuten andererseits die Spiritusgewinnung ins Hintertreffen gedrängt wurde. Der Preis der Gerste steigt nun mit zunehmendem Hektolitergewicht stark an, dieses aber bedeutet bloß größeren Gehalt an Stärke, zu dem der an Eiweiß in umgekehrtem Verhältnis steht. Diese mittleren Gersten sind deshalb für uns nicht nur die geeignetsten, sondern auch preiswürdigsten. Zur oberflächlichen Beurteilung beim Einkauf ist also der Brauersche Getreideprüfer (Fig. 1) zur Bestimmung des Hektolitergewichts dringend nötig. Er gibt Resultate, die mit solchen durch Abwiegen etwa eines ganzen Hektoliters erhaltenen gut übereinstimmen, und ist von den Instituten und Firmen, wie Rapps Nachfolger, Meiningen, zu beziehen. Außerdem dürfte sich mit der Zeit der in der Gerstenzollordnung beschriebene und verordnete Apparat allenthalben in Handels- und Abnehmerkreisen einbürgern und so die Gleichmäßigkeit der Resultate verbürgen. Bezüglich der Einzelheiten des Apparates und der Untersuchung ist auf die diesbezüglichen Paragraphen der Gerstenzollordnung zu verweisen. Außerdem wäre noch zu bemerken, daß vielfach das 1000-Körnergewicht bestimmt wird. Zur Abzählung dieser Menge sind Apparate von Dr. Kickelhayn, München, und A. N. Westfelt und Dr. Bauer, Breslau, konstruiert worden. Das 1000-Körnergewicht schwankt zwischen 30 bis 45 g und sollte stets auf die Trockensubstanz berechnet angegeben werden, um vergleichbare Resultate zu haben. Die nächste Probe wäre die auf die Gleichartigkeit ihrer Zusammensetzung durch Benutzung eines Sortiersiebes, wie es von den betreffenden Geschäften und Vereinen geliefert wird. Sie gibt uns Aufschluß, wie viel Körner gleicher Größe in der Einheit enthalten sind, was besonders wissenswert für die Mälzerei ist, da die kleinen Körner

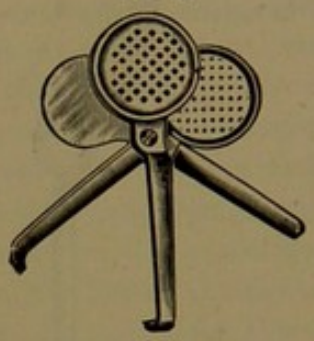
Fig. 1.



Brauerscher Getreideprüfer.

sich schneller mit Wasser sättigen als die großen und eine möglichst gleichmäßig durchgreifende Weiche sehr wichtig ist. Außerdem gibt uns das Sortiersieb den Prozentgehalt der Gerste an Schmutz und Ausputzgerste an, der oft bei russischen und amerikanischen Gersten bedeutende Zahlen aufweisen kann. Verfasser konnte solche in vielen eigenen und anderen Analysen von 0,6 bis 5 Proz. feststellen. Von Wichtigkeit ist ferner, die Schnittfläche einer Anzahl Körner (etwa 100) zu betrachten, nachdem dieselben senkrecht zur Längsachse durchschnitten sind. Es gibt hierzu ebenfalls kleine Apparate, sogenannte Gerstenschneider nach Heinsdorf oder nach Grobecker, letzterer in Fig. 2 wiedergegeben, die bei den betreffenden Stellen zu kaufen sind. Das Instrument faßt 50 Körner, so daß die Betrachtung der Schnittflächen uns prozentual den Gehalt an mehligen, halbglasigen, glasigen Körnern angibt. Im allgemeinen nimmt man wohl an, daß die mehligen Gersten stärkereich und eiweißarm, die glasigen stärkearm und eiweißreich sind. Doch sind kleine Täuschungen nicht ausgeschlossen, da manche stickstoffarme Gersten glasigen Schnitt zeigen, besonders wenn sie bei der Ernte z. B. verregnet sind; beim Anfeuchten dieser Gerste und Trocknen tritt der mehlige Charakter dann zutage. Es empfiehlt sich deshalb, die Schnittprobe mit 50 nicht geweichten und 50 geweichten Körnern vorzunehmen. Nachstehend das Sortierungsergebnis und den Mehligkeitsgrad dreier Russen-Gersten.

Fig. 2.



Grobeckers Gerstenschneider.

1. Sortierung	1 Proz.	2 Proz.	3 Proz.
Korngröße 2,2 mm	21	20	36
bis 2,5 mm	37	37	31
bis 2,8 mm	37	38	35
über 2,8 mm	5	5	8

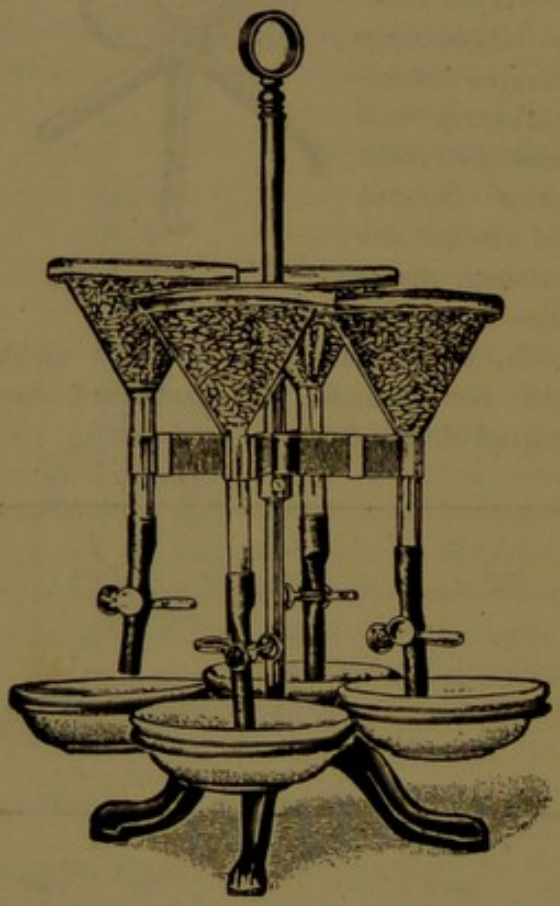
2. Mehligkeitsgrad in Prozenten	1		2		3	
	vor der Weiche	nach der Weiche	vor der Weiche	nach der Weiche	vor der Weiche	nach der Weiche
Mehlig	2	73	2	72	0	64
Halbglasig	49	27	50	27	47	34
Glasig	49	0	48	1	53	2

Man sieht, welchen Einfluß die Wasseraufnahme auf das Gerstenkorn hat, und wie sehr diese Proben bereits einen Blick in die Verarbeitungsmöglichkeit der Gerste tun lassen. An diese Probe reiht sich an die der Keimfähigkeit und Keimenergie, die eigentlich so recht den Prüfstein der Gerste bildet, da diese ja doch nur als Malz (Darr- oder Grünmalz) Verwendung findet.

Von einer guten Gerste sollte man verlangen, daß 95 Proz. derselben wachsen. Dem Verfasser sind schon schöne Gersten unter den Fingern

gewesen, deren Keimfähigkeit nur 50 bis 60 Proz. betrug, die also 40 bis 50 Proz. nicht wachsende Körner, sogenannte „Ausbleiber“ enthielten. Solche Gersten auf Malz verarbeiten zu wollen, ist Sisyphusarbeit; nicht bloß, daß nur die Hälfte der Gerste wächst, also Diastase bildet, nein, die nicht wachsenden Anteile sind oft noch unreife Körner, deren Inhalt noch nicht bis zum Kohlenhydrat und Eiweiß umgesetzt ist, also der Einwirkung der in den übrigen Körnern erzeugten Diastase sich entzieht. Solche Gersten sollten gar nicht gemälzt, sondern als Rohfrucht verarbeitet werden. Die deutsche Gerstenzollordnung sieht doch schon vor, daß Gersten, die nach Schönfeld nur 70 Proz. oder weniger keimfähige Körner aufweisen, als zur Malzbereitung untauglich angesehen werden. Das weitere hierüber werden wir bei dem Kapitel „Malzbereitung“ besprechen.

Fig. 3.



Schönfelds Keimapparat.

Zur Prüfung auf Keimfähigkeit eignet sich gut der von Prof. Schönfeld beschriebene und angegebene Apparat, der vom Laboratorium der Versuchs- und Lehrbrauerei mit Gebrauchsanweisung zu beziehen und bei der Zollbehörde amtlich eingeführt ist (Fig. 3). Es wäre sehr zu begrüßen, wenn sich die beteiligten Kreise auch für eine bestimmte Keimprobe entscheiden würden; ohne dem einen oder anderen Apparat irgendwie einen Vorzug einräumen zu wollen, wäre es sicher nur zweckmäßig, den Schönfeldschen Apparat zu wählen, nachdem er amtlich angenommen ist. Der Verfasser selbst hat meist die einfache Methode benutzt, eine bestimmte Anzahl Gerstenkörner, 100 bis 200 Stück mindestens, zwischen zwei dicken Lagen angefeuchteten Filtrierpapiers auf einer Glasplatte keimen zu lassen; man hat nur zu beobachten, daß stets das Papier genügend feucht ist und Luft zutreten kann. Nach zwei Tagen sieht man gewöhnlich schon den Anteil der keimenden Körner; meist notiert man solche am dritten und am sechsten Tage, nach dem eine Änderung des Befundes nicht mehr zu erwarten ist. Die erhaltenen Zahlen geben uns ein treffendes Bild über die Vermälzungsweise der Gerste. Noch sicherer ist eine Vermälzungsprobe im Kleinen, in einer der Praxis nahe kommenden Weise, so, daß man eine bestimmte Menge Gerste, um den Ausputz zu bestimmen, sortiert, die dann in üblicher Weise eingeweicht wird unter Feststellung der Schwimmgerste. Das Keimen kann auf kleinen Horden oder Kästen mit siebartig durchlöchertem Eisenblechboden vor sich gehen. Diese Keimprobe läßt sich noch dahin ausdehnen, daß man das Keimgut abschwelkt, darrt, das gewonnene Darrmalzgewicht feststellt und die Extraktausbeute bestimmt. Durchschnittlich ist für die Praxis die einfache Keimungsmethode maßgebend genug und

auszuführen, da sie schnell über den Wert der Gerste, Kauf oder Nichtkauf entscheidet, wenn nicht Zeit genug vorhanden ist, um in der Mälzerei eine größere Menge der Gerste versuchsweise in Arbeit nehmen zu können.

Natürlich muß auch das äußere Aussehen und der Geruch der Gerste als Kriterium herangezogen werden, da die mit schlechtem, dumpfem Geruch behaftete Ware meist feucht geerntet oder gelagert war und dann bei der Mälzerei Schwierigkeiten macht, wenn man gesundes, pilz- und schimmelfreies Malz erhalten will. Zur Geruchsprüfung dient am einfachsten das Stehenlassen der Probe in einem verschlossenen Glasstöpselglas während einiger Stunden, nach welcher Zeit beim Öffnen des Behälters ein etwaiger dumpfer, muffiger Geruch leicht zutage tritt. Oft kann man ihn schon beim Öffnen der Säcke direkt feststellen, dann heißt es, sich schnell entschließen je nach dem Gesamtbefund: Annahme verweigern oder die Gerste zuerst und schnell verarbeiten, da sie eine Lagerung dann nicht verträgt. Was die Farbe anlangt, so spielt sie bei den Braugersten eine größere Rolle als für unseren Fall. Meist geht eine dunklere Farbe mit dumpfem Geruch Hand in Hand; doch nicht immer. Zieht die Brauerei die dünnschaligen, hellen Gersten vor, die meist eiweißarm sind, so dürfen wir Hefenfabrikanten uns wohl eine gelbliche bis gelbe Farbe gefallen lassen, die uns mehr Eiweiß verspricht. Die Prüfung auf Schwefelung (Bleichung) der Gerste brauchen wir deshalb kaum vorzunehmen, da diese nur bei sehr hellen Gersten vermutet zu werden braucht. Sie ist im übrigen einfach: der in einem Erlenmeyerkölbchen aus Zink und Schwefelsäure entwickelte, schwefelwasserstofffreie Wasserstoff reagiert auf mit Bleiacetat getränktes Filtrierpapier auf Zusatz von Wasser, das längere Zeit mit geschwefelter Gerste geschüttelt war. Tritt die Reaktion innerhalb 10 Minuten ein, so liegt starke Schwefelung vor; gar keine Schwefelung, wenn innerhalb 30 Minuten keine Reaktion erfolgt. Eine eigentlich naheliegende mikroskopisch-bakteriologische Prüfung hat leider nur theoretischen Wert, insofern sie uns über die auf der Gerste enthaltenen Mikroorganismen wohl unterrichtet, aber zur praktischen Beurteilung beim Einkauf etwa nicht unterstützt. Sie kann uns aber Winke für die Mälzerei geben; doch davon später. Was nun die chemische Untersuchung anlangt, so sei sie hier gleich ausführlich besprochen, da sie für das übrige Getreide auch Gültigkeit hat.

Die Wasserbestimmung geschieht durch Trocknen von 5 bis 10 g Gerste bei 105° C während vier Stunden in einem doppelwandigen Trockenschrank, dessen Zwischenraum mit Glycerin oder Toluol gefüllt ist. Vielfach ist der von Hoffmann angegebene Apparat in Gebrauch, der das Ablesen des ausgetriebenen und wieder kondensierten Wassers gestattet und von der Glasbläserei der Versuchs- und Lehrbrauerei Berlin zu beziehen ist. Man erhitzt in einem besonders hierzu verfertigten Apparat 100 g Gerste mit 200 ccm gutem Mineralöl und 10 ccm eines 5 Proz. Toluol enthaltenden Terpentinöls. In 8 Minuten wird auf 180° C erwärmt und diese Temperatur bei Gerste 5, bei Weizen 4,5, bei Hafer 4, bei Roggen $3^1/_2$, bei Mais 8 Minuten gehalten. Nun gibt man durch den oben am Apparat befindlichen Einlaßtrichter 50 ccm der Toluol-Terpentinölmischung zu, erhitzt schnell auf 200° und läßt dann nach Wegnahme der Flamme auf 180° C abkühlen. Das dem Kühler vorgelegte Meßgefäß wird nun weggenommen und das Wasser abgelesen an der Berührungsstelle mit dem Terpentinöl. Der Apparat ermöglicht eine

Wasserbestimmung in 20 Minuten. Das im Terpentinöl gelöste Wasser wird mit 0,2 Proz. als Korrektur in Betracht gezogen.

Kessel, Übergangsrohr, Meßglas sind stets gut mit Terpentinöl zu reinigen, die Gewinde gut mit Mineralöl abzudichten. Wird das Terpentinöl zu langsam übergetrieben, so hat man einen Verlust an nicht mitgerissenem Wasser. Ist dieses im Meßkölbchen gefärbt, so ist die Bestimmung ungenau. Es sind also — eine Minute Zeitdifferenz ist weniger von Belang und macht kaum 0,2 Proz. aus — vor allem die Temperaturen einzuhalten! — Der Hauptvorzug der Methode ist die Schnelligkeit, mit der sie eine gute Genauigkeit verbindet. Der Wassergehalt der Gerste schwankt zwischen 12 bis 16 Proz.; 12 Proz. Wassergehalt versprechen gute Lagerfähigkeit; 14 Proz. können noch hingenommen werden, wenn es sich um frisch geerntete Ware z. B. handelt; doch sollte man dann den Preis danach regulieren. Gerste, die mehr als 14 Proz. Wasser enthält, ist mit Vorsicht einzulagern, solche mit etwa 16 Proz am besten nicht anzunehmen. Nach Bělohoubek soll es vorteilhaft sein, 100 g fein gemahlener Gerste mit 500 ccm 20 proz. Spiritus 4 Stunden bei 17,5° zu digerieren und das Filtrat mit $^1/_{10}$ Natronlauge zu titrieren. Die verbrauchten $^1/_{10}$ ccm Natronlauge werden auf Milchsäure umgerechnet. Bělohoubek will festgestellt haben, daß Gersten mit mehr als 0,4 Proz. Säure (als Milchsäure berechnet) sich schlecht und schwer mälzen.

Von großem Wert hält der Verfasser diese Probe für die Untersuchung einer Gerste nicht. Selbst wenn hohe Säuregehalte bewiesenermaßen gleichbedeutend wären damit, daß diese Gersten sich schwer vermälzen, so dürfte es doch zu weit gehen, deshalb a priori solche Gerste als Stiefkind zu behandeln. Möglich, daß dieser Säuregehalt eigentlich nur die Reaktion saurer organischer und etwa phosphorsaurer Verbindungen ist und dann mit dem Eiweißgehalt zusammenhängt; dann dürfte es richtig sein, daß Gersten mit stark saurer Reaktion, also mit viel Eiweiß, sich schwer mälzen. Aber über diese Klippe ist die Kunst des Mälzens schon hinweggekommen.

Sehr wichtig ist die Eiweißbestimmung in der Gerste; sie erfolgt nach der Kjeldahlschen Methode: Bestimmung des Stickstoffgehalts und Multiplikation desselben mit 6,25. Über die Ausführung derselben kann der Verfasser hinweggehen. Wo Betriebslaboratorien vorhanden sind, sind die Kräfte da, die sie kennen. Und für kleinere Betriebe empfiehlt sich, die Probe den Instituten zu überlassen. So verschiedenartig sie ist, im Prinzip ist die Arbeit die gleiche. Empfehlen möchte der Verfasser, nicht zu wenig Material zu einer Probe zu verwenden; sicher nicht weniger als 2 g. Als Zusatz zur Schwefelsäure (25 ccm) nimmt der Verfasser stets 2 g Quecksilber und 10 g Kaliumsulfat. In 20, längstens 30 Minuten ist die Aufschließung beendet. Verdünnung auf etwa $^1/_4$ Liter mit destilliertem Wasser, Zugabe von etwas Zink und überschüssiger Natronlauge, die gleichzeitig etwa 3 Proz. Kaliumsulfid enthält zur Ausfällung des Quecksilbers, Austreibung des Ammoniaks, das in vorgelegter Schwefelsäure bestimmter Konzentration aufgefangen wird, Titrieren der überschüssigen Säure mit $^1/_5$ Natronlauge und Methylorange, Alizarin: all das sei erwähnt mehr demjenigen Leser zuliebe, der weniger Chemiker als Praktiker der Hefenindustrie ist oder nur als Praktiker sich für den Gang der Bestimmung interessiert, die er doch den bekannten gärungstechnischen Instituten überläßt. Jedenfalls ist diese Prüfung auf Eiweiß sehr wichtig zu nehmen, nachdem wir nicht bloß wissen, daß der Gehalt an Eiweiß für die

Hefenerzeugung sehr wichtig ist, sondern auch direkt mit der diastatischen Kraft des zu gewinnenden Malzes Hand in Hand geht. Die ermittelte Stickstoffsubstanz enthält aber oft nicht unwesentliche Mengen von Nichteiweiß, welches Verhältnis je nach Herkunft, Reife und Ernte sehr wechselt. Besonders konnte ein Einfluß der Beregnung der Gerste auf die Zusammensetzung des Gehaltes an Eiweiß festgestellt werden.

Nicht einfach liegen die Verhältnisse, wenn es sich um die Bestimmung der Stoffe handelt, die man lange mit dem Begriff „Stärkegehalt" zusammenfaßte. Diese Bestimmung der Stärke ist wörtlich nur da aufzufassen, wo es sich um Analysen für Stärkefabriken handelt. In allen übrigen Fällen faßt man bei dieser Bestimmung eigentlich unter „Stärke" auch die neben ihr vorhandenen Zuckerarten zusammen. Bei den gebräuchlichsten chemischen Methoden schleichen sich hier unter den gefundenen Werten die Pentosane mit ein, die z. B. Fehlingsche Lösung reduzieren, aber unvergärbar sind. Was nun den Gang der Bestimmung anlangt, so kann die Stärke als solche, oder als Stärkeverbindung, oder als Zucker zur Ermittelung kommen, in letzterem Falle, wie oben erwähnt, zugleich mit dem bereits vorhanden gewesenen Zucker und Pentosan der Rohfrucht. Bei dem engen Zusammenhang dieser Bestimmung mit dem Kapitel „Kohlenhydrate" ist es besser, um die Übersichtlichkeit nicht zu zerstören, die Besprechung der Stärkebestimmung in jenem Kapitel unter „Kohlenhydrate" vorzunehmen.

Der Fettgehalt wird auch in der sonst üblichen Weise festgestellt durch Extraktion mit wasserfreiem, reinem Äther. Zur Verwendung sollten aber dann, um einigermaßen gute Zahlen zu erhalten, wenigstens 50 oder 100 g gelangen, die vorher bei 100° getrocknet wurden. Die Zellulosebestimmung kann man mit einer solchen der Stärke verbinden. Nach Inversion und Lösung der Stärke kann der Zelluloseanteil durch öfteres Übergießen mit Wasser und Dekantieren vom Löslichen getrennt, mit schwachen alkalischen Lösungen erwärmt und davon durch Auswaschen getrennt und dann bei mindestens 105° getrocknet werden. Bei der Behandlung mit Säure bleiben großenteils die Eiweißstoffe unberührt, die dann durch Erwärmen mit schwacher Alkalilösung in diese aufgenommen und ausgewaschen werden.

Was nun, um zum Schlusse einige Zahlen über Gerste und ihre Bestandteile zu geben, diese Frage anlangt, so haben wir weiter oben bemerkt, daß große Spannungen bei dem Gehalt an den einzelnen bestimmbaren Bestandteilen zu verzeichnen sind. Kann man wohl im allgemeinen die inländischen Gersten als eiweißarm und stärkereich, die ausländischen mehr als eiweißhaltig und ärmer an Stärke bezeichnen, so schließt das nicht aus, daß auch bei uns da und dort eiweißreichere Sorten zu haben sind. Wer Gelegenheit hatte, viele Gersten zu untersuchen, der weiß, wie sehr für ziemlich kleine Anbaugebiete der Gerste die Minimal- und Maximalzahlen wechseln. König, in seinem Buch „Chemie der menschlichen Nahrungs- und Genußmittel", gibt als Durchschnitt von etwa 540 Analysen von den verschiedensten Gersten folgende Zahlen an:

Wasser	12,95 Proz.	Stickstofffreie Extraktstoffe	68,51 Proz.
Eiweiß	9,68 „	Faser	4,40 „
Fett	1,96 „	Asche	2,50 „

Wie die Gehalte an Eiweiß aber von etwa 8 bis 15 Proz. in lufttrockener Gerste schwanken, so auch die übrigen Bestandteile, wie die Stärke, die

gärungsfähige Substanz. Diese stickstofffreien Extraktstoffe setzen sich zusammen aus Stärke, Zuckerarten, Dextrin. Unter den nachgewiesenen Zuckerarten sind zu nennen Rohrzucker, Dextrose, Lävulose, Maltose und Melitriose (Raffinose). Tollens fand auch Gehalte von 8 bis 9 Proz. Pentosanen in der Trockensubstanz.

Der Aschengehalt, der sich von 1 bis 3 Proz. bewegt, weist nach E. v. Wolff hauptsächlich Kali (im Mittel etwa 20 Proz.), Natron (2,5 Proz.), Kalk (2,6 Proz.), Magnesia (8,6 Proz.) und Phosphorsäure (35 Proz.) auf. Maercker machte außerordentlich wertvolle Düngversuche mit Chilisalpeter, bei denen er als besonders wichtig feststellte, daß der Körner- und Strohertrag zunimmt, ebenso der Proteingehalt, dagegen das Hektolitergewicht und der Anteil mehliger Körner und die Korngröße abnimmt, daß aber — und das ist für die Brennerei wichtig — die Keimfähigkeit gleich gut bleibt.

Was nun die für Preßhefenbereitung fast ausschließlich zur Verwendung gelangenden russischen Gersten anlangt, so fand der Verfasser bei dem von 57 bis etwa 63 kg wechselnden Hektolitergewicht Stärkezahlen von 45 bis 55 Proz. Eine einigermaßen regelmäßige Proportionalität von Stärkegehalt zu Hektolitergewicht war eigentlich nicht zu erkennen. In den letzten Jahren allerdings kamen — durch die Klärung des Begriffes „Brenngerste“ und die damit verbundene Änderung der Gerstenzollordnung — bessere Gersten aus dem Ausland herein, so daß wohl Gersten unter 60 kg Hektolitergewicht kaum in Verwendung sind. Nachstehend gibt der Verfasser von vielen Analysen folgende Zahlen für drei typische russische Gersten:

Wasser	14,90 Proz.	14,85 Proz.	14,30 Proz.
Protein	12,82 „	12,60 „	12,72 „
Stärke	47,85 „	47,95 „	48,30 „
Bruch	0,40 „	0,45 „	0,40 „
Unkraut	4,70 „	3,90 „	3,90 „
1000-Körnergewicht	33,5 g	34,5 g	35,7 g
Hektolitergewicht	60,4 kg	61,4 kg	62,0 kg

Mehligkeitsgrad in Prozenten	vor der Weiche	nach der Weiche	vor der Weiche	nach der Weiche	vor der Weiche	nach der Weiche
Mehlig	2	73	2	72	0	64
Halbglasig	49	27	50	27	47	34
Glasig	49	0	48	1	53	2

Keimungsenergie in Prozenten	nach Tagen 3	nach Tagen 6	nach Tagen 3	nach Tagen 6	nach Tagen 3	nach Tagen 6
Es keimten	96,3	97,3	96,7	98,2	97,8	98,8

Man sieht hier die obenerwähnte Beobachtung recht deutlich, wie die glasige Beschaffenheit direkt mit dem Eiweißgehalt zusammenhängt und sich beim Weich- und Mälzungsprozeß in Wohlgefallen auflöst. Der geringe Prozentsatz an nicht mehligen Körnern macht gleich nach dem Einweichen

einem großen Prozentsatz an mehligen Platz. Günstig ist auch das Bild über die Keimungsfähigkeit der drei Gersten, wie man überhaupt in dieser Beziehung nicht über die Russengersten zu klagen hat. Weiteres darüber werden wir im Kapitel Mälzerei hören.

β) Der Roggen. Aus der Geschichte der Preßhefenfabrikation in der Einleitung haben wir schon gesehen, wie früh der Roggen als wertvolles Material für die Hefenerzeugung erkannt wurde und geschätzt war: mußte doch Mautner, Wien, bald nach Beginn seiner Hefenfabrikation darauf sinnen, den teuren, begehrten Roggen durch eine andere Frucht, durch Mais, teilweise zu ersetzen. Seine Wertschätzung hat der Roggen für die Hefenindustrie bis auf den heutigen Tag behalten; wo er auf ein Minimum in der Zusammenstellung des verarbeiteten Getreides reduziert oder ganz ausgeschaltet wurde, geschah es mehr gezwungen als gerne. Der jahrelange hohe Preisstand sowohl wie der Druck der Verhältnisse auf dem Hefenmarkt, billiges Ausgangsmaterial zu haben, sind schuld daran, daß man wenigstens im Lüftungsverfahren die Roggengabe wie ein Arzneimittel zu dosieren lernte. Für den Roggen stand anfänglich meist inländischer zur Verfügung; aber man erkannte bald, daß der ausländische viel eiweißreicher sei. Deshalb war viel rumänischer und russischer Roggen im Gebrauch vor etwa zehn Jahren, bis die Müllerei sich dieses Material beilegte und den Preis in die Höhe trieb. Da auch die Roggengaben bis auf das Nötigste beschränkt wurden und ein Ersatz für ihn in den eiweißreichen Malzkeimen erkannt wurde, wußte man sich mit den Verhältnissen abzufinden und Roggen jeder Herkunft, je nach der Preislage, zu verarbeiten. Genau wie bei der Gerste ist auf guten Geruch zu achten und zu prüfen. Besonders bei Roggen frischer Ernte — zumal bei solcher aus feuchten Jahrgängen — ist darauf zu sehen, daß geruchfreie tadellose Ware gekauft wird; denn frischer Roggen verarbeitet sich nicht bloß schwer, sondern auch ungünstig; meist ist der Korninhalt noch nicht völlig in Eiweiß und Stärke umgebildet, muß also ausreifen, um lagerfähig zu sein. Der Wassergehalt muß eben so sein, daß beim Lagern der Roggen sich nicht erwärmt. Er verliert in den ersten Wochen meist einige Prozente des Wassergehalts, was beim Einkauf frischen Roggens zu berücksichtigen ist. Man sollte beim Getreidekauf deshalb es auch immer so einrichten, daß man mit den Vorräten der alten Ernte gut ausreicht, bis die neue Ernte in abgelagerter Ware zu haben ist oder bei zeitigem Einkauf genügend Lager hat, bis sie zur Verwendung gelangt. Auch ist darauf zu achten, daß der gekaufte Roggen möglichst frei von Beimengungen ist. Da auch beim Roggen die kleinen Arten sich als eiweißreicher erwiesen, ähnlich wie bei der Gerste, nimmt man mit Vorliebe sie zur Hefenfabrikation, während die Kornbranntweinbrennerei mehr auf größeres Roggenkorn sieht mit geringerem Hülsenanteil im Verhältnis zum Stärkegehalt desselben. Äußerst wertvoll ist der Roggen für das alte Wiener Verfahren, bei dem er nicht nur Stärke-, sondern vor allem Eiweißzufuhr bedeutet. Besonders gesuchte Roggen sind die aus dem südlichen Rußland und den Donauländern. Verfasser hat mit Vorliebe sowohl im alten wie im neuen Verfahren Gemische von verschiedenem Roggen verarbeitet, meist halb Landroggen und halb russischen oder rumänischen Roggen.

Die mittlere Zusammensetzung für Roggen gibt König in seinem oben erwähnten Buche wie folgt an:

Wasser	13,37 Proz.	Stickstofffreie Extraktstoffe	69,36 Proz.
Eiweiß	11,19 „	Faser	2,16 „
Fett	1,68 „	Asche	2,24 „

Die Eiweißzahlen fand Verfasser in vielen Untersuchungen für Müllerei, Brennerei und Hefenfabrikation schwankend von 8 bis 15 Proz. Dementsprechend waren die Grenzen, innerhalb derer sich der Stärkegehalt bewegte. Südrussischer Roggen von etwa 15 Proz. Eiweiß hatte manchmal nur 55 Proz. Stärke, die bei sinkendem Proteingehalt, bei etwa 12 Proz., zu 62 bis 63 Proz. vorhanden war. Der Wassergehalt bewegte sich zwischen 13 bis 15 Proz., welch letztere Zahl meist nur bei frisch geernteter Ware gefunden wird. Man wird wohl die Grenze für den Wassergehalt von lagerfestem Roggen mit 15 Proz. annehmen müssen.

Bei Düngung mit Salpeter konnten ähnliche Einwirkungen wie bei der Gerste konstatiert werden: Eiweißzu- und Stärkeabnahme. Im übrigen kann man in praxi manchmal feststellen, daß die höchsteiweißreichen Roggen Rußlands sich nicht entsprechend günstig verarbeiten; ein Grund, warum Verfasser, wie oben bemerkt, mit Vorteil den Roggen mischte. Besonders dann, wenn große Roggengaben wie in der Kornbrennerei und im alten Verfahren in Frage kommen, ist es mehr als geboten, nicht ausschließlich diese eiweißreichen Roggen zu nehmen, sondern mit einheimischer eiweißarmer, aber stärkereicher Ware zu mischen, was auch für die Schroterei nicht unangenehm ist, wovon wir uns später unterhalten, wie auch über die Vermälzung von Korn. Merkwürdigerweise steht das 1000-Körnergewicht häufig in indirektem Verhältnis zum Proteingehalt, so daß man sich leicht dadurch im voraus schnell unterrichten kann; doch sind Täuschungen nicht ausgeschlossen, wie von manchen Instituten berichtet wird. Die stickstofffreien Extraktstoffe setzen sich wie bei der Gerste zusammen aus Stärke, Dextrin und kleinen Mengen von Zuckerarten, darunter oft 10 bis 12 Proz. Pentosanen. Die Aschenzusammensetzung ähnelt der bei der Gerste: bei ungefähr 2,1 Proz. im Mittel Gesamtasche (schwankend von 1,6 bis 3,5 Proz.) im Mittel etwa 31,5 Proz. Kali, wenig Natron, etwa 1,7 Proz., Kalk 2,60 Proz., Magnesia 11,50 Proz., Phosphorsäure 47 Proz.

Also durchschnittlich ein größerer Gehalt an den wertvollen Bestandteilen. Doch haben neuere Untersuchungen im Berliner Institut dargetan, daß Roggenschrot Stoffe enthält, die auf Mikroorganismen, z. B. auf die weniger widerstandsfähige Bierhefe, giftig wirken; ein Analogon finden wir im Gersten- und Weizenschrot, während Hafer- und Maisschrot sich als unschuldig erwiesen. Die Kalksalze haben dabei die Wirkung als Gegengift bewiesen, wenigstens konnte man durch Zusatz von ihnen die Giftwirkung von Roggenschrot z. B. hemmen bzw. aufheben. Die Tatsache der schleimigen, zähen Beschaffenheit der stark roggenhaltigen Maischen führt Ritthausen auf eine Gummiart der Formel $C_6H_{10}O_5$ zurück.

Die Untersuchungen des Roggens vollziehen sich nach den bei der Gerste gemachten Angaben, wie diese überhaupt für die Prüfung der Getreidearten gelten.

γ) Der Weizen. Diese Getreideart eignet sich vorzüglich für Brennerei- und Preßhefenfabrikation; man hat ihre wertvollen Eigenschaften nicht bloß erkannt, sondern praktisch festgestellt, aber mit dem bitteren Empfinden, daß

diese günstigen Erfahrungen durch den hohen Preisstand, den der Weizen seit vielen Jahren hat, sich nicht verwerten lassen. Besonders stellt die Weizenmehlfabrikation große Anforderungen an den Weizenmarkt, zumal seit etwa 10 Jahren das Weizenmehl sich die Machtstellung errungen und das Roggenmehl etwas zurückgedrängt hat, so daß viele Roggenmühlen sich einem Umbau zur Weizenmehlfabrikation unterziehen mußten. Der aus Weizen erzeugte Branntwein hat ja einen milden Geschmack und schönes Aroma und wird speziell in Braunschweig noch viel gewonnen. Belgien benutzt den Weizen als Malz bei seiner Genever-Fabrikation, meist aber wird er jetzt gemischt verarbeitet, da auch hier der Marktpreis Sparsamkeit in seiner Verwendung lehrt. Außerdem spielt Weizen noch eine große Rolle in der Weißbierbrauerei, doch bekommt das Weizenmalz mit seinem hohen Stickstoffgehalt bei der Mälzungsart der Brauereien, die hohen Extraktgehalt im Auge haben, nicht die richtige Lösung. Der Weizen wäre wie geschaffen, eine große Rolle in der Preßhefenfabrikation zu spielen; aber selbst die billigeren der auf dem Weltmarkt bekannten etwa 50 Sorten sind für unsere Zwecke zu teuer. Der Weizen liefert ein dem Gerstenmalz gleich diastasereiches Keimungsprodukt, dessen Diastase mit der der Gerste nach Lintner identisch ist. König gibt die mittlere Zusammensetzung von Weizen wie folgt an:

Wasser	13,40 Proz.	Stickstofffreie Extraktstoffe	68,70 Proz.
Eiweiß	12,50 „	Faser	2,30 „
Fett	1,85 „	Asche	1,75 „

Die stickstofffreien Extraktstoffe ähneln in ihrer Zusammensetzung denen der Gerste, wie z. B. auch der Pentosangehalt sich auf etwa 10 Proz. der Trockensubstanz stellt. Die stickstoffhaltige Substanz ist aber für den Weizen ein wertvolles Charakteristikum: der Kleber, von dem wir bei den Eiweißstoffen noch reden werden.

Die Asche des Weizens (schwankend von 1,6 bis 2,4 Proz.), im Durchschnitt etwa 2 Proz., enthält etwa 31 Proz. Kali, 2,3 Proz. Natron, 3,3 Proz. Kalk, 12 Proz. Magnesia, 47 Proz. Phosphorsäure. So geeignet nach Vorstehendem der Weizen für unsere Zwecke erscheinen muß, so ist an eine Verarbeitung doch nur dann zu denken, wenn er wenigstens mit Roggen gleichen Preis hat, oder die Fabrik in Weizenanbaugebieten liegt. Anders liegt die Sache bei Herstellung von Qualitätsbranntwein, der infolge seines höheren Verwertungspreises wohl eher die Verwendung des etwas teueren Weizens erlaubt und fordert, wenn er als „Weizenbranntwein“ zum Verkauf gelangt. Die bei der Weizenmüllerei anfallende Kleie ist übrigens da und dort in der Hefenfabrikation mit Vorteil verwendet worden.

δ) Der Hafer. Dieser stellt sich ebenfalls als wertvolles Ausgangsmaterial für Brennerei und Hefenfabrikation dar, wenn er auch dem Weizen nicht ganz ebenbürtig ist. Die Preisverhältnisse gestatten auch eher seine Verwendung, da der Hafer meist gleichpreisig mit Roggen ist oder beim Kauf wenigstens um dessen Verwertungspreis sich herum bewegt. Das aus Hafer erzeugte Malz ist entschieden weniger wertvoll als Weizen- oder Gerstenmalz. Er wird auch meist mit Gerste gemischt vermälzt, erstens, weil damit der Vorteil verbunden ist, daß wegen der Sparrigkeit des Hafers die Malzhaufen lockerer und deshalb leichter zu führen und zu handhaben sind, dann aber

auch, weil erfahrungsgemäß in der Qualitätsbranntweinerzeugung, seinem Hauptverwendungsgebiet, die so unangenehme Schaumgärung ziemlich vermieden wird. Seine Verarbeitung ist also ziemlich beschränkt auf die reine Brennerei. Verfasser weiß aber, daß in manchen Hefenfabriken ein Teil des Grünmalzes durch solches aus Hafer ersetzt wird oder wurde. Ausschlaggebend dabei ist der Preis, die lockere Beschaffenheit seiner Treber und die anregende Wirkung, vermutlich wegen seines meist hohen, leicht assimilierbaren Eiweißgehalts, auf den Verlauf der Gärung. Wegen ihrer Lockerungsfähigkeit werden ja auch die Haferschalen da und dort als Läutermaterial verwendet. Da nun für unsere Zwecke und für die Brennerei der empfindlichen Fabrikation zuliebe nur guter gesunder, nicht zu leichter Hafer in Frage kommen kann, so ist, obwohl sein Gehalt an Stärke im Mittel der der heute bei uns verwendeten Gersten überlegen ist, doch klar, daß beim Einkauf meist Preise angelegt werden müssen, die mehr als eine kleine Zugabe zum Gerstenmalz nicht gestatten.

Nach König hat Hafer eine mittlere Zusammensetzung gemäß folgender Zahlen:

Wasser	12,80 Proz.	Stickstofffreie Extraktstoffe	59,70 Proz.
Eiweiß	10,25 „	Faser	10,00 „
Fett	5,25 „	Asche	3,00 „

Auffallend ist sein hoher Fettgehalt; nicht uninteressant ist auch, daß das flüssige Fett aus Hafer nach Töpler Lecithin enthält, das im Fett des bis jetzt beschriebenen anderen Getreides nicht nachgewiesen wurde. Hervorstechend ist auch der hohe Fasergehalt, der die Verwendung der Haferhülsen zu Läuterungszwecken, und seine Lockerung der Malzhaufen bei gemischter Verarbeitung mit Gerste erklärt. Der Eiweißgehalt und Fettgehalt der kleinkörnigen Hafersorten ist durchschnittlich größer als bei den großkörnigen. Die stickstofffreien Extraktstoffe setzen sich ähnlich wie bei dem anderen Getreide zusammen. Tollens fand sogar teilweise recht hohe Pentosangehalte. Nach Wolf enthält die Haferasche etwa 16,40 Proz. Kali, 3,7 Proz. Kalk, 7,10 Proz. Magnesia, 23 Proz. Phosphorsäure und 44,4 Proz. Kieselsäure und ist demnach merkwürdig durch die beiden letzten Zahlen, die angesichts seines geringeren Vermälzungswertes zu denken geben. Für die Begutachtung beim Einkauf gelten wie auch für die Untersuchung die bei der Gerste gemachten Ausführungen.

ε) Der Mais. Aus der Einleitung wissen wir schon etwas über die Einführung des Maises als Ausgangsmaterial in die Hefenfabrikation, in der er sich bis auf den heutigen Tag als preiswertes Ersatzmittel eine geachtete Stellung errungen und erhalten hat. Im Bezug sind wir ganz auf das Ausland angewiesen und zwar, wenn es sich um die stärkereichsten Arten handelt, auf Amerika. Ungarn und die Donauländer liefern auch sehr große Maismengen, doch ist der Donaumais durchschnittlich stärkeärmer. Von den beiden Amerika-Maissorten verdient der Pferdezahn (Mixed-Mais) den Vorzug vor dem La-Plata-Mais. Ersterer hat seinem deutschen Namen entsprechende Körnerform und seine Handelsbezeichnung als Mixed-Mais daher, daß nicht nur alle Farben-, sondern auch Formspielarten darin vertreten sind. Letztere wechseln am wenigsten, während die Farbe der Körner von fast weiß bis rot differiert. Ähnlich ist es auch bei La-Plata-Mais, der nach seiner speziellen

Herkunft benannt wird. Doch nur in der Farbe sind eigentlich dessen Körner verschieden. Über die günstige Verwendbarkeit des amerikanischen Maises zu Brennerei und Hefenfabrikation herrscht volle Einstimmigkeit; nur über den Vorzug der einen vor der anderen Sorte ist man verschiedener Meinung. Der Verfasser möchte nach seinen Erfahrungen dem Mixed-Mais den Vorzug geben, der stets mehr Hefe und Spiritus als La-Plata-Ware gebracht hat. Damit in Zusammenhang scheint dem Verfasser auch die Tatsache zu stehen, daß die Maisstärkefabriken dem Pferdezahnmais den Vorzug beim Einkauf einräumen. Leider ist seit vielen Jahren der Bezug von Amerikamais für die Hefenindustrie in Deutschland sehr erschwert, dadurch, daß bei der meist zu frühen Ernte in Amerika die Ware in Deutschland weich, warm und mit schlechtem Geruch ankommt und die deutschen Handelsbehörden trotz energischer Proteste und Eingaben an die amerikanischen es nicht dahin bringen konnten, daß diese eine Verpflichtung für gute Schiffsankunft bei uns übernehmen oder zulassen, daß der Befund bei Schiffsankunft bei uns für die Abnahme maßgebend sei.

Da kein deutscher Lieferant infolgedessen Garantie dem Käufer für gute Ware liefern konnte, wurde man mehr und mehr dem ausländischen Maise anderer Herkunft, z. B. dem Donaumais zugeführt, der ja nicht ebenbürtig ist an Stärkegehalt, dafür aber in gesunder trockener Ware zu haben ist. Es kommt oft vor, daß beschädigter Mais Preßhefenfabriken zu ermäßigtem Preise angeboten wird. Verfasser möchte aber nach seinen Erfahrungen dringend abraten, solche Käufe zu machen. Das Muster, nach dem der beschädigte Mais gekauft wird, ist meist besser als die später gelieferte Ware, deren Minderwert für den Hefenfabrikanten nicht mit Nachlaß kleiner Geldbeträge pro 100 kg aufgewogen werden kann. Man sollte in Anbetracht der empfindlichen Fabrikation nur gute Ware kaufen, um wenigstens von dieser Seite Gefährdung der Sicherheit des Betriebes auszuschließen. Der Verfasser kann aus Erfahrung sprechen, da er, rein kaufmännisch betrachtet, um einen Vorteil nicht vielleicht sich entgehen zu lassen, von Zeit zu Zeit probiert hat, beschädigten Mais — wie die Ware meist parlamentarisch ausgedrückt genannt wird — zu verarbeiten. Meist scheitert die Kunst des kaufenden Technikers an der das Muster stark an „Beschädigtsein“ unterschreitenden gelieferten Ware, die zudem, weil schlecht lagerfähig, rasch verarbeitet werden muß. Der Verfasser hat meist die Kaufanträge an Brennereien gewiesen, die bei entsprechender Preisreduzierung auf Spiritus allein die Ware, mit guter gemischt oder für sich, verarbeiten können. Oft sind die Spiritusausbeuten daraus gar nicht schlecht, weil der beschädigt gewesene Mais meist künstlich getrocknet werden muß, um ihn wieder versand- und verkaufsfähig zu machen und weil dadurch der Mais mit abnorm kleinem Feuchtigkeitsgehalt zur Verarbeitung gelangt. Das Schlimme ist, daß das „Beschädigtsein“, äußerlich betrachtet, oft wirklich gering erscheint, aber dafür desto wirksamer seine Spuren im Kern der betroffenen Frucht hinterlassen hat, weshalb jedem Preßhefenfabrikanten dringend zu raten ist, solche Ware außerhalb seines Betriebes zu lassen, wodurch er sich vor Schaden und seinen Betriebsbeamten vor einer Verantwortung bewahrt, die er in Hinsicht auf das erhoffte Ergebnis nicht tragen kann. Bezüglich Beurteilung des Maises gelten wieder die allgemeinen, äußeren Merkmale, wie guter Geruch und sauberes, schimmelfreies Ansehen. Die Ware muß genügend trocken, griffig sein, d. h. sich leicht greifen lassen,

weil die glatte Oberfläche der gesunden Ware die Körner leicht aneinander gleiten läßt. Irgendwie beschädigter, warm gewesener oder feuchter Mais zeigt diese Eigenschaft nicht. Besonders ist auf die Farbe der Spitzen der Körner zu achten: sie müssen weißlich und schimmelfrei sein. Braungefärbte Spitzen deuten immer auf unliebsame Vorgänge bei der Ernte oder Verschiffung oder Lagerung hin. Obwohl die Donaumaissorten durchschnittlich reifer geerntet werden, deshalb gut ankommen und Lagerung vertragen, so ist doch Vorsicht nötig. Wo Silos vorhanden sind, aus denen das Getreide auf Böden entleert und so gelüftet werden kann, hat man weniger Sorge zu haben wegen Gesunderhaltung der gelagerten Ware, trotzdem auch hier die Parole „aufpassen" heißt: aber in mittleren und kleineren Betrieben — es gilt das alles für jedes Rohmaterial der Preßhefenfabrikation — heißt es sorgfältig, wenn nicht täglich, so doch öfter die in Säcken lagernden Bestände befühlen und betasten und auf Erwärmung prüfen. Wo nicht per Bahn bezogen wird, ist zu berücksichtigen, daß bei Aufgang der Schiffahrt große Erntevorräte, die gelagert waren, plötzlich zur Verfrachtung kommen und je nach dem Erntewetter, dem Reifezustand bei der Ernte und der Lagerung sich vor der Verfrachtung gefährliche Vorgänge abgespielt haben können. Deshalb ist beim Kauf nicht bloß beim Mais allein Vorsicht die Mutter der Weisheit, die vor manchem Verdruß und Verlust schützen kann. Durch das neue Branntweinsteuergesetz ist nun den Brennereien und Hefenfabriken nach altem Verfahren, die „Kornbranntwein" erzeugen und verkaufen, die Mitverarbeitung von Mais verboten, eine an und für sich sehr zeitgemäße Maßregel. Man hat ja schon lange gewußt, daß der reine Maisspiritus — das Produkt der Brennereien in den Anbaugebieten des Maises — keine besonders gute Ware ist, doch hat man durch rationelle Verarbeitung des Maises, vorsichtiges Dämpfen, entsprechende Konstruktion der Brennapparate zur Gewinnung hochprozentiger Rohware und durch entsprechende Rektifikation einen Spiritus zu erzeugen verstanden, der trotz Mais-Mitverarbeitung gut ist. Die „Kornbranntwein" gewinnenden Hefenfabriken nach dem alten Verfahren — andere haben wir fast nicht mehr — sind zu zählen; dafür verarbeitet die Lufthefenfabrikation große Mengen Mais, und zwar bis zu 60 Proz. des Ausgangsmaterials. Er gibt im alten Verfahren einen schalenfreieren, weniger schleimhaltigen Hefenschaum als bei Verarbeitung von nur Gerste und Roggen.

Die Hefenfarbe beeinflußt er günstig, wovon wir später noch hören. Als Maischmaterial für uns ist er besonders wertvoll durch seinen hohen Stärkegehalt, der bei den europäischen Sorten mehr (von 60 bis 63 Proz. etwa in gesunder trockener Ware) schwankt als bei den amerikanischen, die meist gut trocken etwa durchschnittlich 65 bis 66 Proz. haben. In der Trockensubstanz dürfte der Stärkewert bei 71 bis 72 Proz. liegen. Bezüglich des Wassergehalts ist besondere Vorsicht nicht bloß wegen des Einkaufs, sondern auch wegen der Lagerungsmöglichkeit geboten. Verfasser fand in altem abgelagerten Mais Minimalzahlen von rund 10 Proz. bis zu den Maximalzahlen frischer Ernte bei 22 bis 23 Proz.

Die Grenze für normalen Wassergehalt müßte man — Haltbarkeit der Ware im Auge — bei 14 Proz. annehmen. Infolge der hornartigen ölführenden Außenschicht des Maiskorns trocknet es viel schwerer als andere Fruchtarten. Nach Szilágyi's Untersuchungen (Ztschr. f. Sp.-Ind. 1898, S. 415) hat frisch geernteter Mais 33 bis 25 Proz. Wassergehalt, der allmählich in etwa

7 Monaten, also langsam auf 13 bis 12 Proz. zurückgeht. Letztere Zahl kommt dem Normalmais zu, auf den in Ungarn z. B. die Ausbeuten berechnet werden. Das heißt je nach dem höheren (als 12 Proz.) Wassergehalt wird mehr Mais verarbeitet, z. B. statt 100 kg 101,1 kg bei 13 Proz. und 109,09 kg bei 20 Proz. Wassergehalt; ein Vorgehen, das überhaupt gut zu nennen, und dort besonders geboten ist, wo nur Mais zu Spiritus verarbeitet wird und sonst unvergleichbare Ausbeutezahlen entständen. Der Eiweißgehalt spielt nach des Verfassers Erachten für unsere Fabrikation keine Rolle, zum mindesten keine bemerkbare: wer viel Mais verarbeitet hat, wird diese Tatsache auch haben folgern können. Dagegen kann man bei starker Maisverarbeitung wohl bestätigen, daß der Mais bedeutend mehr Fett enthält, als anderes Rohmaterial: die gärenden Würzen des Lufthefenverfahrens lassen das leicht erkennen.

Nach König hat Mais eine mittlere Zusammensetzung wie folgt:

Wasser	13,30 Proz.	Stickstofffreie Extraktstoffe	67,90 Proz.
Eiweiß	9,60 „	Faser	2,60 „
Fett	5,10 „	Asche	1,50 „

Obwohl in der Literatur Zahlen wie 6,5 bis 7 Proz. Fettgehalt auftreten, konnte der Verfasser in vielen Proben keinen größeren als 5 Proz. finden; meist lag der Fettgehalt bei 4 bis 4,5 Proz., wie ihn auch Maercker im Durchschnittswert annimmt. Die Reinasche, die wenig schwankt, enthält nach v. Wolff im Mittel etwa 28 Proz. Kali, 2,3 Proz. Kalk, 15 Proz. Magnesia und 45 Proz. Phosphorsäure. Die stickstofffreien Extraktstoffe enthalten außer Stärke noch Dextrin und Zucker; Tollens konnte darin bei amerikanischem Mais 7,08 Proz. Pentosane finden.

Verwendung findet der Mais als Schrot im alten Verfahren, als Malz oder als Rohfrucht im Dämpfer gekocht im neuen Verfahren und in großen Mengen als Viehfutter. Die beiden ersten Verwendungsgebiete werden uns bei ihrer Besprechung noch weiter beschäftigen.

ζ) Der Reis. Dieses Getreide möchte der Verfasser hier besprechen, obwohl es für die Preßhefenfabrikation in Deutschland nicht in Frage kommt, nicht, weil es nicht gut verarbeitet werden könnte bzw. sich nicht dazu eignete, nein, nur weil der Reis — für diesen Fall käme er nur als Rohfrucht, also unentschält in Betracht für die Lufthefenfabrikation —, nicht billig genug zu uns gelangen kann und auch nicht in genügenden Mengen. Außer der Mehrfracht käme ja noch ein Eingangszoll in Verrechnung, so daß er sicher teurer als etwa russische Gerste käme, die aber mehr Eiweiß enthält. In Frankreich jedoch ist der Reis, z. B. aus den französischen Kolonien in Afrika und China (Tonking), billig und in ausreichenden Mengen zu haben. Der Verfasser weiß nicht, ob in unseren Kolonien Reis gebaut wird oder gebaut werden kann; Reis braucht viel Wasser zum Gedeihen, es kommen also Flußgebiete der tropischen oder subtropischen Zone in Betracht.

Die guten Qualitäten wären ganz gut als Rohfrucht zum teilweisen Ersatz von Mais z. B. zu verwenden und dürften, da doch in diesem Falle der Eingangszoll wegfiele, nicht teuer werden. Sommer (August) 1910 hatte Verfasser Gelegenheit, in einer großen französischen Getreidepreßhefenfabrik Reis als Rohfrucht verarbeiten zu sehen und verarbeiten zu lassen. Der erste

bezogene Reis (Frühjahr 1910) war aus den afrikanischen französischen Kolonien und hatte bei einem Hektolitergewicht von 60 bis 62 kg

Wasser	12,0 Proz.	Stickstofffreie Extraktstoffe	56,6 Proz.
Eiweiß	7,3 „	Faser	10,4 „
Fett	6,7 „	Asche	7,0 „

Später wurde Reis aus Tonking bezogen, der etwas billiger war und auch keinen Eingangszoll beim Eingang in Frankreich kostete. Er hatte bei 55 kg Hektolitergewicht

Wasser	11,9 Proz.	Stickstofffreie Extraktstoffe	50,2 Proz.
Eiweiß	7,9 „	Faser	15,2 „
Fett	7,2 „	Asche	7,6 „

Der Reis wurde zuerst gebrochen im Henzedämpfer verarbeitet; Verfasser ließ ihn aber dann im ganzen Korn einfüllen, nachdem der Reis vorher eine Reinigungsmaschine durchlaufen hatte, was bei allem vom Ausland bezogenen Getreide nicht unangebracht ist in Anbetracht der dort üblichen Dresch- bzw. Gewinnungsmethoden. Er kochte sich, wie Mais behandelt, sehr vollständig aus und gab, besonders in der besseren Afrikaqualität, sehr gute Spiritusausbeuten. Das reichliche Hülsenmaterial dient der Läuterung sehr. Sein Preis stellte sich 1910 auf etwa 16 Frcs. per 100 kg (12,80 ℳ) franko Fabrik! Wie dem Verfasser gesagt wurde, hat der französische Landwirtschafts- und Kolonialminister sich auf Anregung der Industriellen sehr der Sache angenommen und Reis anbauen lassen.

Beim Entschalen des Rohreis gehen fast das ganze Eiweiß, der Gehalt an den Aschenbestandteilen und das Fett mit in die Reisabfälle, die ja als Viehfutter Verwendung finden. Aber man sieht auch daraus, wie vorteilhaft man die ganze Frucht in der Hefenfabrikation z. B. statt Mais verarbeiten könnte. Der hohe Fasergehalt erinnert an den Hafer, dessen Aschengehalt ja viel Kieselsäure enthält, was sicher auch bei der Reisasche der Fall ist, schon ihrem Verhalten und Ansehen nach. Leider konnte der Verfasser die Asche selbst nicht genauer untersuchen. Einer Mälzung setzt der Rohreis große Schwierigkeiten in den Weg; die Schale läßt fast kein Wasser durch. Bei tagelangem Stehen mit Wasser, das von Zeit zu Zeit frisch zugegeben und wieder abgelassen wurde, konnte er nicht zum Spitzen gebracht werden. Jedenfalls müßte er wärmer geweicht werden; aber bei seinem geringen Eiweißgehalt ist eine große diastatische Wirkung wohl kaum zu erwarten. Auffallend war an den beiden Reissorten die harte, kaum elastische Beschaffenheit der Schale, die wohl einem hohen Kieselsäuregehalt in der Asche entspricht.

b) Andere stärkehaltige Rohstoffe.

η) Die Manioka. Dieses Material wird seit einigen Jahren auf dem Getreidemarkt mit angeboten. Es handelt sich um die Wurzeln einer Euphorbiacee „Jatropha manihot“, die sehr großen Gehalt an Stärke aufweist. Die Pflanze gedeiht im tropischen Amerika bis Florida, wird aber auch in Afrika und Asien gebaut. Wegen ihres Stärkegehalts war sie schon lange ein geschätztes Nahrungsmittel der Eingeborenen. Die büschelig stehenden, 30 bis 60 cm langen, bis 10 kg wiegenden Wurzeln werden getrocknet, zerschnitten und kommen so seit einigen Jahren in den Handel. 1908 hatte Verfasser

Gelegenheit, eine große Probe Maniokawurzeln zu untersuchen. Gefunden wurden in einer guten Durchschnittsprobe:

Wasser	14,8 Proz.
Eiweiß	1,9 „
Stärke	72,7 „
Stickstofffreie Extraktstoffe	9,5 „
Cellulose	1,1 „

Dieses Material war damals in Frankreich franko Fabrik zu 13 Frcs. zu haben und bot so natürlich ein wertvolles Zumaischmaterial dar. Der billige Preis war darin begründet, daß die Ware aus einer französischen Kolonie Afrikas, also ohne Zoll ins Mutterland kam. Unterdessen haben sich ja diese Verhältnisse auch in Frankreich geändert! Die Nachfrage regulierte den Preis und der Staat wußte auch sich die Sache nutzbar zu machen. Heute steht Manioka in Frankreich schon so hoch, daß man ihren hohen Stärkegehalt voll und ganz bezahlt und gegenüber den bisherigen Rohstoffen keinen Vorteil mehr hat. Außerdem ist ihre Verarbeitung auch nicht so einfach, da sie sich ohne eine gar nicht leichte Zerkleinerung im Dämpfer nicht durchgreifend aufschließen läßt. Leichter allerdings ging ihre Verarbeitung, wenn man das fein geschrotene Material verwendete, eine mit Kraftaufwand verbundene Arbeit, die aber nur fürs alte Verfahren sich, solange der Preis niedrig war, lohnend erwies, fürs Lüftungsverfahren aber wegen der durch die fein zerschlissenen, die Treber zulegenden Faserteilchen erschwerten Läuterung nicht in Betracht kam. Die Hefen- und besonders die Spiritusausbeute waren gut, nachdem man die richtige Verarbeitung der Manioka gefunden hatte. Manioka wird jetzt auch bei uns in größeren Partien angeboten, aber — mit Ausnahme der günstiger gelegenen Fabriken an Seehäfenplätzen — zu Preisen, die ihren Stärkemehrwert mehr als ausgleichen. Der Verfasser glaubt deshalb nicht, daß sich bei uns Manioka einbürgert oder gar eingebürgert hat, nachdem in Frankreich selbst ihre Benutzung verlassen ist wegen ihres hohen Preises und ihrer nicht leichten Verarbeitungsbedingung. Es wurde ja große Propaganda dafür gemacht und es ist nicht ausgeschlossen, daß man in den günstig gelegenen Fabriken sie probeweise verarbeitete. Für dauernden Verbrauch könnte Manioka nur in Betracht kommen bei uns, wenn ihre Billigkeit sie als Ersatz für Mais bei dessen Mißernten und Teuerung ansehen lassen könnte; das scheint ausgeschlossen. Interessant ist der sehr geringe Eiweiß- und Fasergehalt. Die Begutachtung der Ware ist einfach; ihre Zusammensetzung ergibt von selbst, daß sie, in den heißen Ländern gewonnen, leicht trocknet und sehr lagerungsbeständig ist. Die gräulich-bräunliche dünne Faserhaut ist meist durch aus den Wurzelstücken herausgefallene Stärke bestreut und deshalb weißlich. Der Stärkewert liegt bei ihr bei 78 bis 80 Proz., bei Mais im Mittel etwa bei 60 bis 63 Proz. Daraus ergibt sich die anzustellende Rechnung von selbst. Zu beachten ist ferner, daß die Wurzelstücke durchschnittlich 5 bis 10 cm lang sind bei 1 bis 1,5 cm Seitenlänge. Die langen Wurzeln mit rundlichem Querschnitt werden meist in 10 cm lange Stücke geteilt, diese selbst wieder der Länge nach in 2 bis 3 bis 4 Teile je nach der Dicke der Wurzel, so daß der Querschnitt der Handelsware die Form eines Kreissektors hat. Diese Stücke im ganzen im Henze gar zu kochen ist nicht möglich; sie müssen vorher

einer Zerkleinerung unterworfen werden, die bei den das ganze stärkeführende Gewebe durchsetzenden vielen dünnen Fasern erfordert, daß das Material etliche Male Walzenstuhl und Stein passiert. All das ist beim Einkauf der Manioka gegen ihren Stärkegehalt im Preis zu verrechnen.

ϑ) Der Buchweizen. Dieser ist die Frucht einer Polygonacee, die verhältnismäßig anspruchslos ist und daher im Heideland und in der feuchteren Luft des deutschen Nordens gedeiht. Besonders beliebt ist die Frucht des sogenannten silbergrauen oder schottischen Buchweizen. Die Pflanze stammt wahrscheinlich aus China; im südlichen Rußland kommt sie noch wild vor; wir treffen sie auch in ausgedehntem Bau in Nordasien, Nordchina und Japan. Bei uns wird Buchweizen am meisten in der Lüneburger Heide, in der Gegend von Bremen gewonnen; auch in Frankreich in der Bretagne, in Belgien in Flandern und in Nordamerika hat man ihn angebaut.

Außer der Verwendung des Buchweizens zu Speisen der ärmeren Volkskreise und zur Mästung von Schweinen und Geflügel, finden wir ihn im Gebrauch bei der Branntweinbrennerei besonders als Zugabe zum Maischmaterial des alten Wiener Verfahrens.

Da der Buchweizen selten rein zu haben ist, so ist darauf besondere Aufmerksamkeit zu lenken und zu verlangen, daß die Körner alle von gleichmäßig dunkler Farbe, d. h. reif sind. Die unreifen Körner haben dünnere Hülle, deren Farbe gegen grünlich zu spielt. Die unreifen Körner sind wie überall im Getreide und in stärkehaltigen anderen Früchten unnützer Ballast; Eiweiß und Stärkemehl sind noch nicht vollkommen ausgebildet und entziehen sich den bei der Verarbeitung in der Fabrikation zur Wirkung gelangenden Enzymen. Der Inhalt der unreifen Körner geht in die Maische über ohne Nährstoff für die Gärung werden zu können. Im alten Verfahren gibt man Zusätze von 5 bis 10 Proz., je nach Beschaffenheit der Ware. Für die allgemeine sonstige Begutachtung gelten die schon öfter betonten Prüfungen auf Aussehen und Geruch. Über die wertvolleren Arten und ihre Herkunft sind die Ansichten verschieden; nach des Verfassers Erachten spielen — da meist der silbergraue jetzt gebaut wird und anderenfalls stets das gleiche Saatmaterial zur Verfügung steht — hier Bodenverhältnisse und nicht zum mindesten die Witterungsverhältnisse während des Wachstums und der Ernte eine Rolle. Jedenfalls muß reife Ware gekauft werden.

König gibt als mittlere Zusammensetzung an:

Wasser	11,95 Proz.	Stickstofffreie Extraktstoffe	55,80 Proz.
Eiweiß	10,30 „	Faser	16,45 „
Fett	2,80 „	Asche	2,72 „

Trotzdem unter den Buchweizenarten der sogenannte tartarische gegenüber dem schottischen und gewöhnlichen weniger beliebt ist und zwar wegen seiner dickeren Schale, die oft schon auf dem Felde aufspringt, so können doch bei Analysen manchmal bei ihm geringere Rohfasergehalte gefunden werden als bei den anderen. Darum kauft man am besten nicht Buchweizen bestimmter Provenienz, sondern solchen, der eben die gewünschten Merkmale für Reife, Reinheit und Korngröße hat. Kurz erwähnt sei noch, daß er beim alten Verfahren geschroten mit dem Roggenschrot verarbeitet wird. Sein Stickstoff- und Stärkegehalt lassen ihn unter günstigen Umständen des Angebots als recht gute Beimischung zu Roggen erscheinen, die nicht ohne Einfluß auf die Ausbeute und Güte der erzeugten Hefe ist.

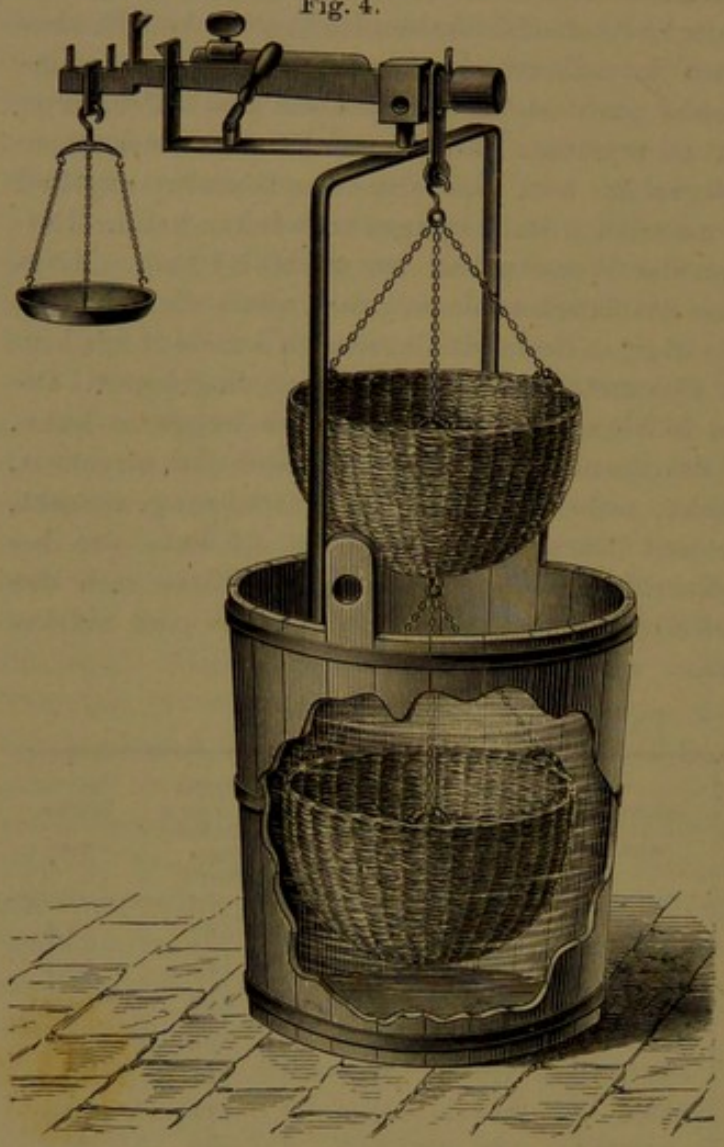
t) Die Kartoffel. Schon seit langer Zeit hat man in ihr für gewisse Fälle, z. B. bei hohen Preiskonjunkturen, einen Ersatz für Mais erhofft und teilweise auch gefunden. Nach der Natur der Sache kann die frische Kartoffel hierbei nur so lange in Betracht kommen, als sie noch in tadelloser Verfassung ist. Sobald das Einmieten beginnt, fängt sie auch meist an, wenn dieses nicht sachgemäß vollzogen ist, das Schmerzenskind der Hefenfabrikation zu werden, die anders, wie die reine Kartoffelbrennerei, es vermeiden muß, keimende oder erfrorene oder in beginnender Fäule begriffene Frucht zu verarbeiten. Die Verarbeitung der Kartoffel in der Lufthefenfabrikation ist ohnehin kein Kinderspiel, die man sich nicht noch kompliziert durch mangelhaftes Ausgangsmaterial. Ihrer Zusammensetzung nach ist die Kartoffel wie geschaffen, unter Umständen den Mais ganz gut zu ersetzen. Streifen wir kurz die Zusammensetzung der Rohkartoffel, so sehen wir, daß der Trockensubstanzgehalt zwischen 16 bis 36 Proz., also ziemlich weiten Grenzen schwanken kann. Entsprechend verschiebt sich dann der Wassergehalt von 84 bis 64 Proz. Merkwürdigerweise ist die Zunahme der Trockensubstanz fast allein die Zunahme des Stärkegehalts, während die übrigen Bestandteile ziemlich konstant bleiben; je nach Güte der Kartoffel ist also mehr Stärke in die Zellen eingelagert. Die äußere Begutachtung ist wohl so bekannt, daß man darüber weggehen kann. Der Stärkegehalt wird durch das spezifische Gewicht der Kartoffel errechnet, das von 1,06 bis 1,16 schwankt, wobei man von der Anschauung ausgeht, daß Wasser das spez. Gew. 1 und Stärke ein solches von 1,5 hat, also bei einer Zusammensetzung der Kartoffel nur aus Wasser und Stärke sich das spezifische Gewicht der Kartoffel je nach wachsendem Wasser- oder Stärkegehalt 1 oder 1,5 nähern muß.

Tabelle I.

Gewicht von 5000 g Kartoffeln unter Wasser	Stärkewert	Gewicht von 5000 g Kartoffeln unter Wasser	Stärkewert	Gewicht von 5000 g Kartoffeln unter Wasser	Stärkewert	Gewicht von 5000 g Kartoffeln unter Wasser	Stärkewert
290	10,0	390	14,9	490	20,1	590	25,4
295	10,2	395	15,2	495	20,3	595	25,7
300	10,5	400	15,4	500	20,6	600	26,0
305	10,7	405	15,7	505	20,8	605	26,3
310	11,0	410	15,9	510	21,1	610	26,6
315	11,2	415	16,2	515	21,4	615	26,8
320	11,5	420	16,4	520	21,7	620	27,1
325	11,7	425	16,7	525	21,9	625	27,4
330	11,9	430	17,0	530	22,2	630	27,7
335	12,2	435	17,2	535	22,5	635	28,0
340	12,4	440	17,5	540	22,7	640	28,2
345	12,7	445	17,7	545	23,0	645	28,5
350	12,9	450	18,0	550	23,3	650	28,8
355	13,2	455	18,2	555	23,5	655	29,1
360	13,4	460	18,5	560	23,8	660	29,4
365	13,7	465	18,7	565	24,1	665	29,6
370	13,9	470	19,0	570	24,3	670	29,9
375	14,2	475	19,3	575	24,6	675	30,2
380	14,4	480	19,5	580	24,9	680	30,5
385	14,7	485	19,8	585	25,2	685	30,8

Allerdings sind noch die außerdem in der Kartoffel enthaltenen Substanzen in Berechnung zu ziehen. 1879 hat Delbrück mit seinen Mitarbeitern Behrend und Morgen nach vielen Untersuchungen und Ergebnissen eine Tafel aufgestellt, die, neuerdings wieder von Foth nachgerechnet und erweitert, sofort gestattet, nach dem Gewicht der 5000 g Kartoffel unter Wasser den Stärkewert abzulesen. Sie sei in zweckmäßiger, für die Praxis völlig genügender Abkürzung wiedergegeben (s. Tab. I a. v. S.). Sie gründet sich auf die Tatsache, daß bei wechselndem Stärkewert fast stets gleiche Mengen an „Nichtstärke" vorhanden sind.

Fig. 4.



Reimanns Kartoffelwage.

Zu erwähnen wären nur die verschiedenen Methoden der Bestimmung des spezifischen Gewichts der Kartoffeln, bezüglich deren Einzelheiten auf die Spezialwerke verwiesen werden muß, da ohnehin die Kartoffel seit Durchführung der Kartoffeltrocknerei als Ausgangsmaterial für Hefenfabrikation selten mehr in Betracht kommt oder besser kommen sollte. Es wären die Methoden von

Krocker: Verdünnen einer gesättigten Salzlösung (spez. Gew. 1,2) oder Zugießen von Salzlösung zu Wasser, so weit, bis die Kartoffeln schwebend bleiben; Ablesen der Konzentration der Salzlösung als spezifisches Gewicht und Aufsuchen des ihm entsprechenden Stärkewertes und Trockensubstanzgehaltes aus der Tabelle.

Stohmann, die weiter nichts ist, als die Anwendung der Mohrschen spezifischen Gewichtsbestimmung für den speziellen Fall, und die Wassermenge feststellt, die von einer gewogenen Menge Kartoffeln verdrängt wird. So genau sie ist, so wenig eignet sie sich für die Beurteilung großer Mengen, da nur kleine Kartoffelproben benutzt werden können.

Reimann, Parow und von der Heide. Hierbei wird das spezifische Gewicht der Kartoffel durch den Gewichtsverlust einer größeren abgewogenen Menge (5050 g nasser gewaschener statt 5000 g lufttrockener Kartoffel) unter Wasser berechnet. Reimanns Wage ist als Gewichts-Dezimalwage (s. Fig. 4) gebaut, während Parow ein Laufgewicht zum Ausgleich benutzt.

von der Heide benutzt statt der Wage ein Skalen-Aräometer, an das der Drahtkorb mit den (5050 bzw. 5000 g) Kartoffeln befestigt ist und das direkt die Stärkeprozente abzulesen gestattet.

Da, wie oben kurz bemerkt, durch die Kartoffeltrocknung diese Frucht wie bestes Getreide in einer haltbaren Dauerform zu haben ist, sollte die Rohkartoffel kaum noch in Betracht für die Hefenbereitung kommen; und herzlich zu wünschen wäre es — und die Zeit wird kommen — wo die ganze Kartoffelbrennerei der Rohkartoffel entsagt und ihren Betrieb sicher auf die Verarbeitung der Trockenkartoffel aufbaut. Die zwischen 16 bis 36 Proz. schwankende Trockensubstanz der Rohkartoffel, die also im Mittel rund 26 Proz. beträgt, enthält stickstoffhaltige Körper (Eiweißstoffe und Amide), Fett, Zucker, Stärke, Pentosane, Pektinstoffe, Pflanzensäuren, stickstofffreie Extraktstoffe, Hülsen und Salze. Der Stärkegehalt — in den mittleren Knollen meist am größten und nach Delbrück eigentlich besser Stärkewert benannt, da er die Summe aller gärungsfähigen Kohlenhydrate in sich begreift — schwankt wie der Trockengehalt innerhalb weiter Grenzen, etwa von 12 bis 30 Proz.; ein Mittelwert dürfte 18 Proz. sein.

Zucker, und zwar meist Invert- und Rohrzucker, enthält die Rohkartoffel — eine Folge der Aussaatkartoffel und des Bodens — von 0,4 bis 3,4 Proz., wenn auch schon höhere Werte beobachtet wurden. Pentosane, im Stärkewert enthalten, konnten nur in geringen Mengen, etwa 0,7 bis 0,9 Proz., festgestellt werden. Der Stickstoffgehalt, der von 0,23 bis 0,5 Proz. sich bewegt, also im Mittel etwa 0,32 Proz. beträgt, entspricht unter Benutzung des Faktors 6,25, etwa im Mittel 2 Proz. Eiweiß. Dieses Gesamteiweiß besteht etwa aus 70 Proz. Eiweiß und 30 Proz. Amiden, doch konnten auch Amidgehalte von 50 Proz. und darüber festgestellt werden, die übrigens im umgekehrten Verhältnis zum Stärkegehalt zu stehen scheinen. Nach Schulze käme für den Stickstoffgehalt als Amid hauptsächlich Asparagin in Betracht. Außerdem sind geringe Mengen von Ammoniaksalzen und eines giftigen Alkaloids enthalten. An Säuren konnten Oxalsäure, Zitronensäure, Milchsäure, und der Arabinsäure ähnliche Pektinsäuren nachgewiesen werden. Der Fasergehalt ist im Mittel etwa 1,4 Proz.

In der Zusammensetzung der Asche der Kartoffel (etwa 1 Proz.) sind besonders bemerkenswert Kali (im Mittel etwa 60 Proz.) und Phosphorsäure (im Mittel 17 Proz.); auf das Fehlende verteilen sich Natron, Kalk, Magnesia, Eisenoxyd, Schwefelsäure, Kieselsäure und Chlor. Die fast ganz löslichen Proteïne und die Salze der Kartoffel stellen Nährstoffe für die Hefe dar, warum auch die Kartoffel für die Hefenfabrikation beigezogen wurde. Sie konnte sich aber nicht recht einbürgern, weil nur in einem Teile des Jahres die Rohfrucht zu unserer empfindlichen Arbeit geeignet erscheinen konnte. Durch die emsige unermüdliche Arbeit der führenden Institute wurde eine neue Industrie ins Leben gerufen, die die großen Verluste an Kartoffeln durch Fäulnis, Keimung usf. vermeiden und die Kartoffelfrucht in eine Form bringen soll, in der sie unbegrenzt haltbar ist. Nach vielem Lehrgeld lernte man Trockenkartoffeln bereiten, die für unsere Zwecke brauchbar sind.

Für die Gärungsindustrie als solche und unsere Industrie speziell muß aber dabei gefordert werden, daß das Trockenprodukt alle Bestandteile der Rohfrucht enthält; es lag ja der Gedanke nahe, die ausgepreßte Rohkartoffel zu trocknen, um so den Stärkegehalt leichter zu gewinnen. Aber

gerade die in der Rohfrucht vorhandenen, mit dem Saft verloren gehenden Stoffe sind für uns nicht minder wertvoll als die Kohlenhydrate selbst. Wie oben schon erwähnt, hält es der Verfasser für eine der nationalwirtschaftlich wichtigsten Fragen, wie die Kartoffeltrocknung immer weiter ausgebaut werden kann, um zur rechten Zeit, also vor Beginn der Verluste, die Ware in Dauerform zu haben. Dafür aber haben die Industrien, die Abnehmer sein können, die Verpflichtung, sich dieser Trockenkartoffel anzunehmen und sie durchaus, wo irgend angängig, an Stelle der Rohfrucht zu benutzen. Von den Formen, in denen die Trockenkartoffel zu haben ist, kann nur die für unsere Industrie in Betracht kommen, die uns die Rohfrucht in reinster und absolut haltbarer Form bietet.

Die Trockenkartoffel ist zunächst als Ersatz für Mais zu betrachten, den wir vom Ausland beziehen und dadurch etwas entbehrlich machen könnten. Die Trockenkartoffel kommt in Form von Schnitzeln, Scheiben (3 bis 4 mm dick) und Flocken in den Handel. Da die Rohfrucht einen Trockensubstanzgehalt hat, der zwischen 16 bis 36 Proz. schwankt, und je nach der Art der Trocknung verschiedene Wassergehalte des Endproduktes vorliegen können, so ist leicht einzusehen, daß die Analyse uns sehr wechselnde Zahlen der Bestandteile bringen muß. Besonders beklagenswert sind die sehr verschiedenen Wassergehalte, die von 8 bis 18 bis 20 Proz. schwanken, auf die der Verfasser hiermit nicht bloß den Käufer aufmerksam machen möchte, sondern auch die Kartoffeltrockner und deren Maschinenlieferanten. Es muß dahin gearbeitet werden, das Trockenmaterial auf einen praktisch festzustellenden Normalwassergehalt etwa zu bringen, gleichviel nach welchem System die Trocknung erfolgt. Der Natur ihrer Zusammensetzung nach kann und soll die Ware den Mais teilweise ersetzen; sie soll dann wenigstens in ihrer Zusammensetsung keine größeren Schwankungen aufweisen als guter gesunder Mais, besonders im Wassergehalt. Auch kann — da die Trockenkartoffel teurer als Mais ist — die Ware nur in Konkurrenz treten, wenn der Überpreis durch ihre gehaltreichere Zusammensetzung an gärungs-wertvollen Körpern gerechtfertigt ist. Da außerdem die Ergebnisse ihrer Verarbeitung in der Hefengewinnung nicht gleichmäßig günstig lauten — was ja sicher mit der außerordentlich wechselnden Zusammensetzung zusammenhängen kann — so dürfte zu empfehlen sein, dem Kauf eine Analyse auf Wassergehalt und Stärkewert zugrunde zu legen, damit je nach Mais- und Trockenkartoffelpreis, die zu kaufenden Werte richtig gegeneinander abgeschätzt werden können. Das Eiweiß der Kartoffel ist nach des Verfassers Erfahrungen für die Hefe wirksamer oder wichtiger als das des Maises. Sicher ist, daß der gewonnene Rohspiritus besser als bei Maisverarbeitung wird. Einen gänzlichen Ersatz von Mais durch Trockenkartoffel möchte der Verfasser nicht empfehlen, dagegen einen teilweisen. Er geschieht nur unter der Voraussetzung mit Gewinn, daß hoher Maispreis den Mehrpreis der Trockenkartoffel für ihren höheren Stärkewert mehr als rechtfertigt. Nicht unerwähnt möchte der Verfasser lassen, daß in einzelnen Proben ziemlich hohe Aschengehalte gefunden werden können, herrührend vielleicht aus den Anlagen, die mit den Feuergasen direkt trocknen und dadurch dem Trockenprodukt Flugaschenteilchen zuführen können. Wir wollen auch nicht vergessen, daß diese ganze Industrie trotz aller dankenswerten Fortschritte im Anfangsstadium sich befindet und heute etwa 4 bis 5 Proz. der deutschen Ernte verarbeitet. Besonders wichtig wird die Trocken-

kartoffel für uns dann aber, wenn eine Mais-Mißernte des liefernden Auslandes zu ihrer Verarbeitung besondere Veranlassung gibt.

Nachstehend die zwei Durchschnittsergebnisse von einigen Analysen von Kartoffelschnitzeln, Scheiben und Flocken.

	Schnitzel und Scheiben Proz.	Flocken Proz.
Wasser	15,00	12,54
Eiweiß	5,80	5,94
Fett	0,15	0,28
Stickstofffreie Extraktstoffe	73,90	75,65
Faser	1,75	2,20
Asche	3,40	3,39

Die Wassergehalte der Schnitzel und Scheiben bewegten sich von 12,5 bis 17,0 Proz., während die der Flocken nur zwischen 12 bis 13 Proz. schwankten. Die in den Fachzeitschriften bekannt gewordenen Ergebnisse über Untersuchung von Trockenkartoffeln zeigen ähnliche Zahlen und Schwankungen für Schnitzel und Scheiben und kleinere für Flocken. Man sieht, wo der Hebel anzusetzen ist, um bei der Verschiedenartigkeit des Ausgangsmaterials wenigstens durch Erzielung eines gleichmäßigen Wassergehaltes von 12 bis 14 Proz. den Kauf und Verkauf zu erleichtern und damit der Trockenkartoffel die weiten Verwendungsgebiete zu eröffnen, die sie unbedingt noch erobern muß.

c) Die Melasse.

Dieses Abfallprodukt der Zuckerfakrikation stellt eine dunkelbraune, gerade noch fließende Masse dar, aus der noch durch Kristallisation Zucker zu erhalten wäre, aber nicht in für die Zuckergewinnung belangreichem Maße. Sie wurde deshalb seit langer Zeit an Industrien abgegeben, die sie leichter weiter verarbeiten konnten. Besonders hat die Spiritusindustrie sich ihrer zu bedienen verstanden und in den großen Betrieben in einer Weise, die alle Anerkennung verdient. Galt es doch der bunten Zusammensetzung der Melasse aus allen möglichen Zuckerarten Rechnung zu tragen und in den einzelnen Betrieben Hefenrassen zu züchten, die der nicht leichten Aufgabe gewachsen waren. Der früher so verpönte Melassespiritus ist mit der Zeit ein Rohprodukt geworden, das man oft direkt hinter die Kartoffelrohware an Qualität für die Reinigung setzt, meist auch dem Maisspiritus vorzieht. Was vor 15 Jahren etwa an Melasse-Rohspiritus geliefert wurde, brauchte nicht eigentlich deklariert zu werden; er trug das Kainszeichen seiner Abstammung an sich. Aber tatsächlich hat der Verfasser in den letzten Jahren Melasse-Rohspiritus gesehen und geprüft, der es einem nicht schwer machte, ihn der Raffinerie zuzuführen. Die steuerlichen Verhältnisse haben ihm ja auch nicht zart mitgespielt, so daß vielleicht hier der Anstoß zu der hervorragenden Technik zu suchen ist, deren sich heute die Melasseverarbeitung auf Spiritus erfreut. Anders liegen die Verhältnisse, wenn wir die Melasse als Ausgangsmaterial für Preßhefe betrachten und behandeln wollen! In diesem Falle müssen wir mehr denn sonst wissen, was ist die Melasse und was enthält sie für unsere

Zwecke. Es ist ein ander Ding, aus Zuckerarten Spiritus zu erzeugen, als neben diesem noch brauchbare Hefe.

In Deutschland wird zurzeit wenig Melasse auf Hefe verarbeitet, dagegen reichlicher in Österreich. Und auch da nur in den kühleren Monaten; im Sommer scheidet die Melasse als Rohstoff ganz aus oder die daraus gewonnene Hefe wird mit größerer Menge Getreidepreßhefe gemischt. Es ist nicht leicht, aus Melasse gute Ware herzustellen, zumal die Melassen der Natur ihrer Herkunft nach sehr in der Zusammensetzung wechseln und vielleicht mit fortschreitender Zuckertechnik noch zuckerärmer werden.

Die Melasse enthält etwa durchschnittlich 50 Proz. Zucker, von denen aus dem Gemisch mit soviel anderen Verbindungen nicht viel mehr zu gewinnen ist. Dafür haben viele Zuckerfabriken selbst die Verarbeitung der Melasse auf Spiritus unternommen, oft unter Zugabe von Kartoffeln: die Melasse enthält doch alle aus der Rübe stammenden stickstoffhaltigen Produkte wie Asparagin, Betain, Glutamin, Nitrate, und außerdem die wertvollen Kalisalze. Als Hauptbestandteil finden wir Rohrzucker neben wenig Invertzucker der sich meist nur in sauren Melassen erheblich vorfindet. Ein interessanter Bestandteil ist die Raffinose auch Melitriose genannt, deren Verdauung nicht jeder Hefe gelingt und die so die Möglichkeit gab, zwei Typen Hefen voneinander zu unterscheiden. Wir werden davon weiter unten und unter „Hefe“ noch hören. Die Eiweißstoffe des Rübensaftes gerinnen größtenteils beim Kochen; die Phosphorsäure fällt mit dem Kalk während der Zuckerfabrikation aus.

Eine große Anzahl organischer Säuren sind in der Melasse nachgewiesen worden, desgleichen viele stickstoffhaltige und davon freie organische Substanzen. Der Wassergehalt schwankt von 11 bis 30 Proz., woraus sich von selbst ergibt, daß ihr Gehalt an den für uns wertvollen Substanzen wechselt. Nach den dem Verfasser gewordenen Mitteilungen und bekannt gegebenen Analysen sowohl als auch nach Untersuchungen, die er selbst machen konnte, dürfte im Durchschnitt eine Melasse etwa enthalten:

Wasser	20 Proz.	Zucker	47 Proz.
Asche	10 „	Nichtzucker	23 „

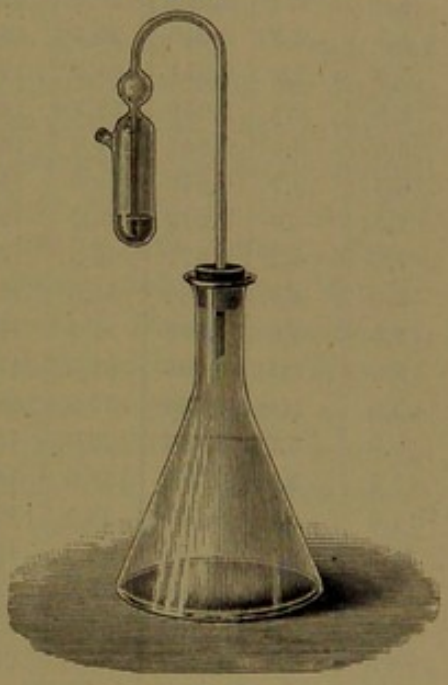
Die normale Melasse hat alkalische Reaktion, die sich aus der Zuckerfabrikation leicht erklärt: Kalkzusatz zu den Zuckersäften und Zersetzung des Kalksaccharats mit Kohlensäure, woher die Alkalikarbonate stammen.

E. v. Wolf gibt an, daß die kohlensäurefreie Reinasche etwa im Mittel 9,97 Proz. also rund 10 Proz. beträgt, die zu 70 Proz. aus Kali besteht; auf den Rest verteilen sich Natron und Chlor etwa zu je 10 Proz. und Kalk, Phosphorsäure und Schwefelsäure.

Es ist nun klar, daß, solange die Melasse auf Spiritus verarbeitet wird, der Gedanke ventiliert wurde, sie auch auf Hefe zu verarbeiten. Lag doch schon eine fertige Zuckerlösung vor, der man sich einfach nach Art der Brennerei bedienen zu können glaubte. Aber so schwierig auch die Rohspiritusfabrikation aus Melasse sich zu festen Formen und Normen entwickelte, noch weniger leicht war es, für unsere Zwecke sich des dargebotenen Zuckerschatzes zu bedienen. Wir werden später bei dem Kapitel Hefenfabrikation die Verarbeitung weiter besprechen und wollen jetzt nur noch kurz die Untersuchung und Begutachtung von Melasse beim Kauf zur Fabrikation behandeln.

Merkwürdigerweise spindelt man heute noch vielfach die Melasse nach Baumé, der ursprünglich seine Skala nach dem Intervall von Wasser bis zu höchstprozentiger Handelsschwefelsäure in 66° teilte. Später benutzte er statt Schwefelsäure Kochsalzlösungen. Es ist uns vor allem klar, daß eine derartige Spindelung auch mit dem genauesten Aräometer oder Saccharometer nur annähernde Zahlen ergeben kann, da doch die Melasse eine Lösung von Zucker und den verschiedensten Körpern und Salzen darstellt, und zwar im Verhältnis Zucker zu Nichtzucker wie 1 : 1. Doch gibt die Spindelung annähernd den Gehalt an allen Bestandteilen der Melasse, also deren Extraktgehalt an und ist deshalb zu schneller Orientierung über die Beschaffenheit der Ware nicht ohne Wert. Nachstehend deshalb eine Tabelle, enthaltend die einander entsprechenden Grade „Baumé“ und des Saccharometers und Extrakt-(Zucker-) gehalte; da es auch Sirupe (Melassen) gibt mit spezifischem Gewicht höher als das reinster konzentriertester Zuckerlösung, ist die Tabelle aus rein praktischen Gründen soweit ausgedehnt. (Siehe Tabelle II.)

Fig. 5.



Gärflasche.

Mit der Polarisation kann man auch nicht viel erreichen, da die bei der Vornahme derselben unbekannten Zuckerarten verschieden optisch aktiv und außerdem teilweise kaum vergärbar sind. Auch mit Fehlingscher Lösung ist nicht viel zu erzielen, da der Rohrzuckergehalt direkt so nicht zu haben ist, sondern erst nach der Inversion; dann aber treten reduzierende Körper auf, die gar nicht vergärungsfähig sind. Die vielen an und für sich recht sorgfältig ausgearbeiteten Methoden, die als Polarisations- und Inversionsmethoden bekannt gegeben wurden, können trotz aller Mühe der Verfasser, Fehlerquellen auszuscheiden, nicht zum Ziele führen. Hier hilft nur der Versuch, der der Praxis nahe kommt, der Gärversuch, der — es sind gewiß in den einzelnen Instituten verschiedene in Gebrauch, worüber auch eine Einigung wünschenswert wäre — auch im Institut für Gärungsgewerbe nach folgender Art ausgeführt wird. Die dabei benutzten Gärflaschen haben etwa nebenstehende Form (Fig. 5). 250 g Melasse werden auf 1 Liter verdünnt. Durch Bestimmung des spezifischen Gewichts direkt oder durch Spindelung erfahren wir aus vorhandenen Tabellen technisch genau den Zuckergehalt nach Balling oder Baumé. Je drei Proben zu 100 ccm der Melasselösung werden nach Bedürfnis mit Normalschwefelsäure angesäuert, dadurch, daß nach der Neutralisation per 100 ccm der Melasselösung 1,5 ccm Normalschwefelsäure mehr zugegeben werden. Die eine der Proben wird so zur Gärung gestellt, die zweite vorher $^1/_2$ Stunde aufgekocht und auf das ursprüngliche Gewicht gebracht, die dritte Probe wird ebenso behandelt, aber zur Gärung mit 0,5 g grober Weizenkleie versetzt. Alle drei Proben erhalten 1 g Reinhefe und bleiben so lange bei 30° C im Thermostaten, bis kein Gewichtsverlust mehr eintritt. Jede Probe wird dann mit 100 ccm Wasser verdünnt und abdestilliert, bis 100 ccm Destillat über sind. Nun wird der Alkoholgehalt auf Grund des

Tabelle II.

Gew.-Prozente Zucker	Baumé-Grade (neu)	Zucker im Liter kg	Gew.-Prozente Zucker	Baumé-Grade (neu)	Zucker im Liter kg	Gew.-Prozente Zucker	Baumé-Grade (neu)	Zucker im Liter kg	Gew.-Prozente Zucker	Baumé-Grade (neu)	Zucker im Liter kg
0,0	0,0	0,000	23,0	13,0	0,252	46,0	25,6	0,557	69,0	37,6	0,928
0,5	0,3	0,005	23,5	13,2	0,258	46,5	25,8	0,564	69,5	37,9	0,937
1,0	0,6	0,010	24,0	13,5	0,264	47,0	26,1	0,572	70,0	38,1	0,946
1,5	0,8	0,015	24,5	13,8	0,270	47,5	26,4	0,579	70,5	38,4	0,955
2,0	1,1	0,020	25,0	14,1	0,276	48,0	26,7	0,586	71,0	38,6	0,964
2,5	1,4	0,025	25,5	14,3	0,283	48,5	26,9	0,594	71,5	38,9	0,973
3,0	1,7	0,030	26,0	14,6	0,289	49,0	27,2	0,601	72,0	39,1	0,982
3,5	2,0	0,035	26,5	14,9	0,290	49,5	27,4	0,609	72,5	39,4	0,991
4,0	2,3	0,040	27,0	15,2	0,301	50,0	27,7	0,616	73,0	39,6	1,000
4,5	2,5	0,046	27,5	15,5	0,307	50,5	28,0	0,624	73,5	39,9	1,009
5,0	2,8	0,051	28,0	15,7	0,314	51,0	28,2	0,631	74,0	40,1	1,018
5,5	3,1	0,056	28,5	16,0	0,320	51,5	28,5	0,639	74,5	40,4	1,028
6,0	3,4	0,061	29,0	16,3	0,326	52,0	28,8	0,647	75,0	40,6	1,037
6,5	3,7	0,066	29,5	16,6	0,332	52,5	29,0	0,654	75,5	40,9	1,046
7,0	4,0	0,072	30,0	16,8	0,339	53,0	29,3	0,662	76,0	41,1	1,056
7,5	4,2	0,077	30,5	17,1	0,345	53,5	29,6	0,670	76,5	41,4	1,065
8,0	4,5	0,082	31,0	17,4	0,352	54,0	29,8	0,678	77,0	41,6	1,075
8,5	4,8	0,088	31,5	17,7	0,358	54,5	30,1	0,686	77,5	41,9	1,084
9,0	5,1	0,093	32,0	17,9	0,365	55,0	30,4	0,693	78,0	42,1	1,094
9,5	5,4	0,099	32,5	18,2	0,371	55,5	30,6	0,701	78,5	42,4	1,104
10,0	5,7	0,104	33,0	18,5	0,378	56,0	30,9	0,709	79,0	42,6	1,113
10,5	5,9	0,109	33,5	18,8	0,384	56,5	31,2	0,717	79,5	42,9	1,123
11,0	6,2	0,115	34,0	19,0	0,390	57,0	31,4	0,725	80,0	43,1	1,133
11,5	6,5	0,120	34,5	19,3	0,397	57,5	31,7	0,733	80,5	43,4	1,142
12,0	6,8	0,126	35,0	19,6	0,404	58,0	31,9	0,741	81,0	43,6	1,152
12,5	7,1	0,131	35,5	19,9	0,411	58,5	32,2	0,749	81,5	43,8	1,162
13,0	7,4	0,137	36,0	20,1	0,417	59,0	32,5	0,758	82,0	44,1	1,172
13,5	7,6	0,142	36,5	20,4	0,424	59,5	32,7	0,766	82,5	44,3	1,182
14,0	7,9	0,148	37,0	20,7	0,431	60,0	33,0	0,774	83,0	44,6	1,192
14,5	8,2	0,153	37,5	21,0	0,437	60,5	33,2	0,782	83,5	44,8	1,202
15,0	8,5	0,159	38,0	21,2	0,444	61,0	33,5	0,790	84,0	45,1	1,212
15,5	8,8	0,165	38,5	21,5	0,451	61,5	33,8	0,799	84,5	45,3	1,222
16,0	9,0	0,170	39,0	21,8	0,458	62,0	34,0	0,807	85,0	45,5	1,232
16,5	9,3	0,176	39,5	22,1	0,465	62,5	34,3	0,815	85,5	45,8	1,243
17,0	9,6	0,182	40,0	22,3	0,472	63,0	34,5	0,824	86,0	46,0	1,253
17,5	9,9	0,187	40,5	22,6	0,479	63,5	34,8	0,832	86,5	46,3	1,263
18,0	10,2	0,193	41,0	22,9	0,486	64,0	35,1	0,841	87,0	46,5	1,273
18,5	10,4	0,199	41,5	23,1	0,493	64,5	35,3	0,849	87,5	46,7	1,284
19,0	10,7	0,205	42,0	23,4	0,500	65,0	35,6	0,858	88,0	47,0	1,294
19,5	11,0	0,210	42,5	23,7	0,507	65,5	35,8	0,866	88,5	47,2	1,305
20,0	11,3	0,216	43,0	24,0	0,514	66,0	36,1	0,875	89,0	47,4	1,315
20,5	11,6	0,222	43,5	24,2	0,521	66,5	36,3	0,884	89,5	47,7	1,326
21,0	11,8	0,228	44,0	24,5	0,528	67,0	36,6	0,892	90,0	47,9	1,336
21,5	12,1	0,234	44,5	24,8	0,535	67,5	36,8	0,901	90,5	48,2	1,347
22,0	12,4	0,240	45,0	25,0	0,542	68,0	37,1	0,910	91,0	48,4	1,358
22,5	12,7	0,246	45,5	25,3	0,550	68,5	37,4	0,919	91,5	48,6	1,368

Fortsetzung der Tabelle II.

Gew.-Prozente Zucker	Baumé-Grade (neu)	Zucker im Liter kg	Gew.-Prozente Zucker	Baumé-Grade (neu)	Zucker im Liter kg	Gew.-Prozente Zucker	Baumé-Grade (neu)	Zucker im Liter kg	Gew.-Prozente Zucker	Baumé-Grade (neu)	Zucker im Liter kg
92,0	48,9	1,379	94,5	50,0	1,434	96,5	51,0	1,478	98,5	51,9	1,523
92,5	49,1	1,390	95,0	50,3	1,445	97,0	51,2	1,489	99,0	52,1	1,535
93,0	49,3	1,401	95,5	50,5	1,456	97,5	51,4	1,500	99,5	52,3	1,546
93,5	49,6	1,412	96,0	50,7	1,467	98,0	51,6	1,512	100,0	52,6	1,558
94,0	49,8	1,423									

spezifischen Gewichtes des Destillates nach Windischs Tafel (s. später) ermittelt. Gegenüber vielen anderen im Gebrauch befindlichen Gärungsmethoden zur Untersuchung der Melasse hat diese Methode den Vorzug, daß ihre drei Proben wertvolle Aufschlüsse über die Zusammensetzung der Melasse geben, über ihren Gehalt an direkt gärungsfähigem Zucker, an nach Inversion vergärbarem Zucker mit und ohne Eiweißgabe. Letztere Probe dürfte speziell dem Hefenfabrikanten, der sich der Melasse bedienen will, wichtig sein. Nur ist klar, daß zu dieser Probe der Melassebrenner seine Hefe nehmen, ebenso wie der Hefenfabrikant dazu sich seiner Hefe bedienen muß, wenn er den für seinen Betrieb geltenden Aufschluß zu wissen wünscht: Der Hefenfabrikant, der sich Melasse kaufen will, wird also wohl durch Spindelung nach Baumé oder besser nach Balling sich über deren Konsistenz vergewissern, es aber nicht unterlassen, sie auf ihren vergärbaren Zucker zu prüfen und — wenn er am falschen Fleck sparen und z. B. Restmelasse kaufen will — auf ihre allenfallsige Schwervergärbarkeit. An dieser können verschiedene Faktoren beteiligt sein, z. B. Spaltpilze, die den Nitraten zu Leibe rücken und Stickstoffdioxyd bilden, oder Zuckerarten, die eben der Spaltung sehr schwer zugänglich sind, oder auch flüchtige Fettsäuren. Der Verfasser glaubt aber, daß die neuere Anschauung richtig ist, wonach es sich um physiologische Ursachen handelt. Wir werden später bei der Hefenbereitung aus Melasse weiter darüber uns unterhalten. Heinzelmann schlägt vor, wegen der Prüfung auf Schwergärigkeit vier Proben zu machen mit einer genügend verdünnten Melasse (also etwa 1 Tl. + 4 Tle. Wasser) und zwar so, daß er in Gärflaschen je $^1/_2$ Liter der Melasselösung mit 2,5 g Weizenkleie und 2 g Hefe versetzt, bei 30° C der Gärung überläßt und nach der Gärung wiegt, um die Abnahme des Gewichtes — also die entwickelte Kohlensäure — festzustellen. Die erste Probe wird kalt mit Normalschwefelsäure im Überschuß von 2,0 bis 2,5 ccm auf 100 ccm Lösung versetzt, die zweite ungesäuert $^1/_2$ Stunde gekocht, aufgefüllt, gekühlt, angesäuert; die dritte wird kalt gesäuert, $^1/_2$ Stunde gekocht, aufgefüllt, abgekühlt, die vierte wie die dritte behandelt, aber blank filtriert. Schon nach 24 Stunden werden die Proben drei und vier bedeutend weiter sein wie eins und zwei, besonders dann, wenn schwergärige Melasse vorliegt. Man wiederholt die Wägung nach 48 und 72 Stunden und nimmt dann auch eine Spindelung mit dem Saccharometer vor. Jedenfalls geben diese kleinen biologischen Proben wertvolle Aufschlüsse über die Vergärbarkeit und den Zuckergehalt, der zur Verarbeitung zu haben ist, aber auch

weiter über eventuell nötige Sonderbehandlung der Melasse, je nach Ausfall der Proben. Die anderen Methoden haben, wie oben schon bemerkt — z. B. die polarimetrische oder die mit Inversion — nicht bloß Schwierigkeiten zu überwinden, sondern geben durchaus unrichtige Resultate. Im ersten Falle ist es der Gehalt an verschieden optisch aktivem Zucker, im letzteren Falle die Gegenwart von Fehlingsche Lösung reduzierenden, aber unvergärbaren Substanzen, die diese Arbeiten illusorisch machen.

d) Das Wasser.

Bei einer Fabrikation, die auf der Tätigkeit von Mikroorganismen aufgebaut ist, ist die Frage wegen der zu fordernden Beschaffenheit des verwendeten Wassers eigentlich leicht zu beantworten. Mag für das Wasser, das zu Zwecken in unserer Fabrikation benutzt wird, wo es mit dem Ausgangsmaterial im ganzen Verlauf der Verarbeitung und mit der Hefe selbst nicht in direkte Berührung kommt, wie z. B. als Kühlwasser, kein besonders strenger Maßstab da und dort angelegt werden und vielleicht nicht angelegt werden müssen: das Wasser, das zur eigentlichen Fabrikation benutzt wird, also in direkte Berührung mit Rohstoff und Endprodukt in allen Phasen der Vorgänge kommt — muß chemisch, physikalisch und physiologisch einwandfrei sein. Von der Mälzerei, die das Rohmaterial, meist nur die Gerste durch Keimung in besonders wünschenswerte und wertvolle Form bringt, angefangen bis zum Anfeuchten des zum Versand kommenden Endproduktes ist, wenn der Sicherheit des Betriebes die Hauptstütze gegeben werden soll, zu verlangen, daß das Wasser mindestens die Eigenschaften hat, die von einem guten Trinkwasser verlangt werden. Da in unserer Industrie die Wasserfrage eine der ersten ist, weil es sich um große Mengen pro Tag selbst in kleinen Betrieben handelt, wird man zu leicht verleitet, zur Zweiteilung zu greifen, ein schlechteres Wasser nur für die Kühler und den Kondensator, zum Schwenken und Spülen zu verwenden und das gute zur Fabrikation. Eine Teilung, die ihre bedenklichen Seiten hat. Ganz abgesehen davon, daß es sich um eine doppelte Anlage von Wasserbehältern und Pumpen handelt, die, wenn man Reserven vorsehen will, sich als ziemlich bedeutend darstellt, ist doch immer zu gewärtigen, daß durch Fahrlässigkeit der Arbeiter oder unter dem Zwang der Verhältnisse einmal das sonst gemiedene Wasser genommen wird. In solchen Betrieben sind denn auch fast immer die beiden, verschiedenes Wasser führenden Behälter und Leitungen so untereinander verbunden, daß im Notfalle — bei Reparatur einer Wasserpumpe usw. — die ganze Fabrik aus einer Leitung gespeist werden kann. Der Verfasser kann nicht dringend genug davon abraten, aus Leichtfertigkeit oder Sparsamkeitsgründen solche Wasseranlagen zu bauen, die im Prinzip die reinliche Scheidung bezwecken, in der Praxis aber sehr häufig unreinliche Mischung bedeuten. Dazu kommt, daß die Wasseranlagen, was ihre Übersichtlichkeit anlangt, meist sehr zu wünschen übrig lassen. Sie werden durchschnittlich zu klein angelegt. Tritt dann Mehrbedarf an Hefe ein und werden weitere Apparate aufgestellt, so wird probiert, ob die Anlage bei richtiger Einteilung reichen wird, und an die alte Leitung werden neue Abzweige angebracht, unbekümmert darum, ob der Querschnitt der Hauptleitung so groß ist wie die Summe der Querschnitte der Entnahmeleitungen. Da werden eine Unmasse Ventile und Hähne nötig, unter denen sich nur der „Meister“ selbst aus-

kennt! Nun denke man sich hierzu den unvermeidbaren Wechsel an Personal! Also heißt dann die Parole „am Wasser sparen, einteilen". Die Brennerei muß warten bis Wasser für sie wieder da ist, womöglich mitten in der Arbeit aussetzen, weil der Mann am Läutern selbst kaum Wasser für seine Kühler hat und für die Hefe im Gärbottich sich sorgt. Dazu darf etwa bloß noch Mangel an heißem Wasser für den Kessel kommen, der auch noch, und zwar in erster Reihe bedient werden muß — dann ist die Parole „Wasser sparen, einteilen" gerichtet.

Man halte sich nun eine Zweiteilung der Wasseranlage vor Augen, um sofort zu erkennen, welche Gefahr sie für unseren Betrieb bedeuten kann. Deshalb muß für eine Hefenfabrik bei Erstellung oder Ordnung der Wasseranlage oberster Grundsatz sein: Beschaffung von reinem, tadellosem Wasser und in Mengen, die auch für die Vergrößerung des Betriebes ausreichen. Der Preis der Wasserpumpe wächst ja nicht proportional der geforderten Leistung; nein oft sind es bei neuen Anlagen Mehrkosten von 20 bis 25 Proz., die eine Pumpe mit doppelter Leistung brächten. Und je größer der Betrieb von Haus aus angelegt ist, desto weitsichtiger muß die Wasseranlage behandelt werden. Dabei kann gleich auch in bezug auf die Leitung vernünftig vorgegangen werden, indem man sie so legt, daß für künftige Anschlüsse und Verzweigungen schon bei der Erstanlage die entsprechenden Verbindungsstücke montiert werden; wie es auch gut ist, beim Hauptwasserbehälter von Anfang an die Möglichkeit vorzusehen, daß später weitere Abnahmeleitungen ohne Betriebsstörung angeschlossen werden können. Man wird also den Hauptwasserbehälter genügend groß wählen, daß er für mindestens ein bis zwei Stunden das Wasser für den Betrieb faßt. Mit kleinen Störungen muß man immer rechnen — und eine Hefenfabrik darf nie ohne Wasser sein. Was nun die Güte des zu fördernden Wassers anlangt, so ist bei Anlage des Brunnens, wenn irgend angängig, die Nähe von Ansiedelungen zu vermeiden und lieber ein Platz zu wählen, in dessen Nähe die Möglichkeit von Verunreinigung des Wassers durch Zuflüsse ausgeschlossen ist. Man kann die Wasserfrage gar nicht ernst genug nehmen und darf, wenn der erste Bohrversuch nicht befriedigt, die Kosten eines zweiten nicht scheuen, um, wenn auch aus größerer Tiefe als erwünscht, gutes und reichliches Wasser zu bekommen. Infolge der Möglichkeit, Wasser mit Preßluft selbst aus ungewöhnlichen Tiefen nach Art der sogenannten Mammuthanlage klar und hell zu fördern und die dazu benötigten Maschinen weit vom Bohrbrunnen weg im Maschinenhaus aufstellen zu können, braucht man sich vor tiefen Brunnenbohrungen nicht mehr zu fürchten. Das war in früheren Jahren anders, als man in solchen Fällen auf die Tatsache Rücksicht nehmen mußte, daß die besten Wasserpumpen nicht höher als praktisch 9 m etwa saugen, weshalb dann entweder die Pumpen sehr tief in den Brunnen gesetzt werden mußten, um diese Klippe zu meiden, oder langes Gestänge in Anwendung kommen mußte, das eine stete Quelle von Störungen und Reparaturen wurde, die gewiß auch bei den tief im Brunnen montierten Pumpen keine Annehmlichkeit waren. Seitdem bedeutende Gelehrte auf dem Gebiete der Wasseruntersuchung und -versorgung darauf hingewiesen haben, daß mit der Tiefe der Entnahme die Reinheit des Wassers zunimmt, ist doch für unsere Zwecke klar, daß wir — selbst wenn auch bei 10 m augenblicklich einwandfreies Wasser zu haben ist — doch tiefer gehen, um auf die Dauer ganz sicher zu sein. Die Verwendung der sogenannten Röhren-

brunnenanlage erleichtert dies, da das Eintreiben der Eisenrohre in größere Tiefen keine besonderen Schwierigkeiten macht. Und für den Kompressor, der die Druckluft liefert, ist es bei der hochentwickelten Maschinentechnik keine Aufgabe, das Wasser statt 10 etwa 20 oder 30 m hoch zu drücken bis zur Bodenoberfläche in das in den Boden eingemauerte Sammelbecken oder einmontierte Gefäß. Es ist — so vorzüglich und rentabel die Mammuthanlagen sind — nicht zu empfehlen, was so nahe liegt, mit der Preßluft das Wasser aus dem Brunnen gleich ins Hochreservoir zu drücken. Der Nutzeffekt der Preßluft wird dann zu ungünstig. In einem vom Verfasser geleiteten Betriebe lagen drei weit voneinander entfernte 45 m tiefe Röhrenbrunnen vor, aus denen Preßluft von 5 Atm. von dem in der Brennerei stehenden Kompressor mit gutem Nutzeffekt das Wasser klar und hell in den aus dem Boden etwas herausstehenden, darin eingegrabenen holzüberdachten Eisenbehälter drückte. Die in der Brennerei ebenfalls befindliche Wasserpumpe, der das Wasser etwas zulief, pumpte dieses zum Hochreservoir. Vom Behälter, den die Brunnen speisten, ging eine elektrische Leitung zu den in der Brennerei befindlichen Alarmglocken für Tief- und Hochstand des Wassers. Die Brunnen selbst lagen etwa 200 m von der Brennerei weg; die Entfernung kann auch größer sein. Diese Art der Wasserförderung ist wirklich zu empfehlen; sie macht uns unabhängig von der Tiefe des zu bohrenden Brunnens. Das in oben erwähnter Fabrik geförderte Wasser war keimfrei; die chemische Zusammensetzung war zwischen 15 und den 45 m Tiefe gleich; aber bei 15 m ergab die bakteriologische Prüfung größeren Keimgehalt, der bei 45 m praktisch gleich Null wurde. Diese Röhrenbrunnen schließen ihrem Bau nach jede Möglichkeit von Zuflüssen von oben aus, die nicht die Filtration der 45 m Boden durchgemacht hätten.

Zur Beurteilung des Wassers sollte nie allein die chemische Untersuchung herangezogen werden, die oft über bakterielle Verunreinigung hinwegtäuschen könnte. Einwandfreies Wasser muß farb-, geruch- und geschmacklos sein und darf, weder direkt bei der Entnahme noch im verschlossenen Gefäß aufbewahrt, nach einigen Tagen ein Sediment von Mikroorganismen bilden.

In den meisten Betrieben nun muß das Wasser von zwei Seiten betrachtet werden: vom Standpunkt der Hefenfabrikation aus und dem seiner Verwendung zur Kesselspeisung. Auf alle Fälle muß seine Verwendbarkeit zur Hefenfabrikation ausschlaggebend sein; was ein Wasser zur Kesselspeisung unangenehm machen könnte, wäre ein größerer Gehalt an Kesselsteinbildnern, der aber wahrscheinlich keine Rolle mehr spielt in einer Zeit, da man Speisewasserreinigungen genug billig und gut haben kann. Man geht allerdings in Hefenfabriken ungern dazu über, weil man fürchtet, daß einmal bei forciertem Betriebe oder unsachgemäßer Überfüllung der Kessel Wasser und damit von den Zusätzen wie Ätznatron oder Soda mit dem Dampf in die Maischen gelangen könnten. Nun sind die modernen Apparate aber so eingerichtet, daß die Chemikalien richtig dosiert zugeführt werden. Allerdings — davor möchte der Verfasser dringend warnen — sollten keine Reinigungsverfahren eingeführt werden, die dem Kessel nicht das gereinigte, von den ausgeschiedenen Kesselsteinbildnern freie Wasser zuführen. Jedenfalls ist noch dringender davor zu warnen, daß die Zusätze von unkundiger Hand und ohne Rücksicht auf die Zusammensetzung des Wassers direkt in den Kessel gegeben werden. Wir können also die Wasserbeurteilung ruhig nur in Hinsicht auf die Ver-

wendbarkeit zur Hefenfabrikation vornehmen, die keine so einfachen Mittel hat wie die andere Seite, sich unliebsamer Störenfriede zu erwehren.

Gewöhnlich enthält das Wasser mehr oder minder wechselnde Mengen von Salzen der Alkalien und alkalischen Erden, von letzteren meist die kohlensauren oder schwefelsauren. Das Chlor, das wir fast in allen Wassern finden, ist wohl meist an die Alkalien gebunden. Durchschnittlich aber ist der Charakter eines Wassers begründet in seinem Gehalt an Gips und Karbonaten der alkalischen Erden. Man unterscheidet somit je nach dem Gehalt daran weiche oder harte Wasser. Das destillierte Wasser wirkt fast als Gift auf die tierischen und menschlichen Gewebe und spielt auch in unserer Industrie den Pilzen und Enzymen gegenüber eine seiner Reinheit nicht entsprechende Rolle. Erfahrungsgemäß ist gerade der Gipsgehalt bis zu Grenzen, die normalerweise kaum in Fabrikationswasser erreicht werden, von sehr großer Bedeutung für uns. König konnte bei 0,08 bis 0,16 proz. Gipslösungen sehr günstige, die Eiweißlösung fördernde Einwirkung feststellen; desgleichen Windisch eine Begünstigung der Diastasebildung. Doch scheint der Gips wieder in Mengen von 0,08 bis 0,16 Proz. nach König die Verzuckerung und Gärung zu hemmen, bzw. zu schädigen. Immerhin sind Gipsgehalte von 0,08 bis 0,16 Proz. in Wasser selten zu treffen. Merkwürdigerweise spielt das Kalkkarbonat fast gerade die entgegengesetzte Rolle, begünstigt etwas Verzuckerung und Gärung und schädigt die Eiweißlösung, eine Beobachtung, die der Verfasser nicht so aus vollem Herzen und in vollem Umfange bestätigen möchte; sehr häufig konnte er bei Wassern mit etwa 0,20 g Kalkkarbonat und etwa 0,05 bis 0,08 g Gips im Liter durch schwache Ansäuerung mit Schwefelsäure die Verzuckerung ganz bedeutend heben und beschleunigen. Versuche über die Einwirkung von anderen im Wasser vorkommenden Salzen, wie Kochsalz, salpetersaurem Calcium und kohlensaurer Magnesia und anderen auf die Diastasebildung, Eiweißlösung, Verzuckerung und Gärung scheinen zu der Schlußfolgerung zu berechtigen, daß die mehr alkalischen Salze, z. B. die kohlensauren von Natrium, Kalk usw. Verzuckerung und Eiweißabbau schwächen, die Vergärung vertiefen und dadurch die Alkoholausbeute heben; anders, gerade entgegengesetzt, die Salze wie z. B. Gips, die mehr sauren Charakter haben. Denselben Unterschied in ihrer Wirkung sollen auch die sekundären und primären Phosphate haben. Jedenfalls soll ein für Brennereizwecke und besonders für Hefenbereitung bestimmtes Wasser einen nicht zu großen, etwa zwischen 0,20 bis 0,50 g im Liter betragenden Kalkgehalt haben. Nach den Untersuchungen des Berliner Instituts haben die Kalk- und Magnesiasalze die wertvolle Eigenschaft als Gegengift gegenüber Giftstoffen der Maische, so daß obige Forderung eines Gehaltes des Fabrikationswassers daran erst recht begründet ist.

Enthält das Wasser Stoffe, die ihre Herkunft Vorgängen der Fäulnis und Verwesung verdanken, so ist seine Verwendung unter allen Umständen ausgeschlossen. So kann ein Ammoniaksalzgehalt, der an und für sich unschädlich, ja gar nicht unerwünscht ist, doch immer die Vermutung nahe legen, daß das Wasser Zuläufe hat, die bei faulendem tierischen oder pflanzlichen Eiweiß vorbeifließen. Ist der Ammoniakgehalt groß, dann sind meist auch andere Begleiterscheinungen der Fäulnis zu sehen, oft die Fäulniserreger selbst. Bei faulendem Eiweiß kann auch Schwefelwasserstoff auftreten, der glücklicherweise nicht leicht sich verbergen kann; doch können auch andere

Schwefelverbindungen vorliegen, die aber alle auf faulige Vorgänge in der Umgegend des Wassers schließen lassen. Eng mit solchen Vorgängen hängt auch der Gehalt an salpetriger Säure zusammen, die aber doch wahrscheinlich schon eine Oxydation des vorher entstandenen Ammoniaks bedeuten dürfte. Sie ist ein sehr ungebetener Gast, da die Hefe gegen sie sehr empfindlich ist. Also auch dieser Gehalt läßt ein Wasser als ungeeignet und verdächtig erscheinen, Verbindung mit Fäulnisvorgängen zu haben. Das gleiche ist der Fall, wenn große Mengen von salpetersauren Salzen vorhanden sind; sie lassen ebenfalls auf vorhanden gewesene Zersetzungsprozesse schließen, wenn auch die Salpetersäure selbst diesen nicht direkt, sondern auf dem Umwege über Ammoniak und salpetrige Säure entstammt. Sind geringere Mengen an salpetersauren Salzen vorhanden, ohne daß Ammoniak und salpetrige Säure nachgewiesen werden können, dann würde der Verfasser bei sonst guter Beschaffenheit des Wassers dasselbe nicht verwerfen; es liegen dann sicher keine laufenden Auflösungsvorgänge von tierischen oder pflanzlichen Stoffen, die Zugang zum Brunnen haben, mehr vor; dieselben liegen jedenfalls weit zurück. Als selbstverständlich setzt der Verfasser voraus die Unmöglichkeit des Zulaufs von Gruben, in denen die Abfallprodukte menschlichen und tierischen Lebens gesammelt werden. Von den normalerweise vorkommenden Bestandteilen des Wassers wären nun noch die Verbindungen der Salzsäure zu besprechen, die als Chlor bestimmt und in die Analyse eingesetzt werden. Es kann sich also um die Chloride der Alkalien (meist des Natriums, also Kochsalz) oder die der alkalischen Erden, wie Kalk und Magnesia handeln.

Die Chlorgehalte spielen, sobald sie über die normalen kleinen Mengen hinausgehen, insofern eine Rolle, als sie manche wichtigen Prozesse unserer Fabrikation, besonders den Keimungsprozeß bei der Mälzerei hemmen. Allerdings fängt nach Lintner die Wirkung bei etwa 0,03 Proz. Kochsalz an, entsprechend 0,3 g im Liter, einer Menge, die Verfasser in den vielen von ihm seit über 20 Jahren untersuchten Wassern nie fand und die er auch nach all dem, was ihm bekannt wurde, in Fabrikationswassern für ausgeschlossen hält. Sehr unangenehm ist der Chlorgehalt, wenn er an Magnesia gebunden ist, für die Kesselspeisung, da das Magnesiumchlorid sich allmählich unter Bildung basischer Salze umwandelt und geringe Mengen Chlor oder Salzsäure freimachen kann, die Anfressungen der Kesselwand verursachen können.

Da die Chlorverbindungen nicht durch technische Verfahren beseitigt werden können, ist der Chlorgehalt bei Begutachtung des Wassers immerhin im Auge zu behalten, besonders wenn nach dem Gesamtbefund nicht bloß die Menge zu hoch, sondern auch seine Verbindung mit Magnesia möglich erscheint.

Außerdem kann ein Fabrikationswasser Spuren bis deutliche, bestimmbare Mengen von Eisen enthalten, die allerdings mehr für den Fall in Betracht kommen, daß das Wasser für die Hefenfabrikation bestimmt ist. Sind die Eisengehalte bedeutend, so wird die äußere Beschaffenheit des Wassers keinen Zweifel darüber lassen. Sofort oder nach kürzerem Stehen an der Luft scheidet sich das Eisen aus. Es ist im Wasser nur in Form seines sauren kohlensauren Oxydulsalzes löslich und nur unter Mithilfe geringer Kohlensäuremengen, die es als Bicarbonat in Lösung halten, wie auch kohlensaurer Kalk in

größeren Mengen, also bei harten Wassern neben oder fast ohne Gips, dadurch als sonst in Wasser kaum löslicher Körper in Lösung gehalten wird. Sobald das Wasser an die Luft kommt, also nicht mehr unter dem geringen Druck steht, der in der Tiefe der wasserführenden Schicht herrscht, entweicht die gebundene Kohlensäure und das nun unlösliche kohlensaure Eisenoxydul scheidet sich aus, leichte, eigentlich fast farblose Flöckchen bildend, die aber sofort Sauerstoff aufnehmen und sich rötlich färben. Da kohlensaures Eisenoxyd nicht existiert, wird bei diesem Vorgang Kohlensäure frei und das Eisen geht in Eisenoxydhydrat über, das sich je nach der Menge des Eisengehaltes schneller oder langsamer zeigt und zu Boden setzt. Da durch die Praxis einerseits und Untersuchungen andererseits festgestellt ist, daß die Eisensalze für die Hefenfabrikation insofern unangenehm werden, als sie — allerdings nicht als die alleinige Ursache — die so gefürchtete Blaufärbung der Hefe mit verursachen können, müssen wir bei der Beurteilung von Wasser für unsere Zwecke den Eisengehalt wohl in Betracht ziehen. Er hat übrigens das Gute, daß er — wenn vorhanden — ein sonst gutes Wasser nicht gebrauchsunfähig für uns macht. Dies ist bei dem Motto der Wasserfrage für die Preßhefenfabrikation „Gut und viel“ nicht unwesentlich. Die Enteisenungsverfahren beruhen auf dem oben erwähnten Umstand, daß das mit Hilfe geringer Mengen Kohlensäure unter geringem Drucke als doppeltkohlensaures Eisenoxydul gelöste Eisen, sobald das Wasser an die Oberfläche gepumpt ist und die überschüssige Kohlensäure entweicht, unlöslich wird und, da es nicht beständig ist, sofort unter Sauerstoffaufnahme sich oxydiert und als unlösliches Eisenhydroxyd sich abscheidet.

Die natürlichste Enteisenungsanlage ist eine Art Gradierwerk, bei der das in die Höhe gepumpte Wasser in feiner Verteilung die Kohlensäure verliert und mit Luft gesättigt wird. Das ablaufende Wasser ist meist ganz eisenfrei und muß nur durch ein Filter aus Sand oder Kies geschickt werden. Die räumlich etwas anspruchsvolle Art dieser Anlage ist neuerdings durch gedrängte besondere Verfahren ersetzt worden, von denen es viele gibt und von denen in den Fachzeitschriften in Anzeigen oder Abhandlungen die Rede ist. Notwendig ist auch die Bestimmung der im Wasser gelösten organischen Substanz, die ausgedrückt wird durch den zu ihrer Oxydation nötigen Verbrauch an übermangansaurem Kali.

Es kann auch der Fall eintreten, daß ein sonst ganz einwandfreies Wasser nur durch schwebende Stoffe teils mineralischer oder biologischer, für unsere Zwecke unschädlicher Natur verunreinigt ist. Dann führt eine Filtrationsanlage ebenfalls zum Ziele, wenn man sich nicht dazu, um wegen der biologischen Reinheit ganz sicher zu sein, noch der Elektrizität, der Ozonisierung des Wassers, bedient.

Wenn wir nun den Schluß aus Vorhergehendem ziehen und uns in Zahlen festlegen wollen, so ist das keine leichte Aufgabe, da unter Umständen eine darin angegebene Grenzzahl erreicht sein kann, ohne daß man nach dem übrigen Befund das Wasser verurteilen dürfte. Die Wasseruntersuchung sollte hier — wenn auch von jedem Chemiker durchführbar — doch, da sie zum Schluß zur Beurteilung führen soll, einem Fachmann überlassen werden, dem mindestens Hunderte von Analysen durch die Finger gegangen sind und dem die betreffende Fabrikation, zu dem das Wasser verwendet werden soll, vollkommen vertraut ist. Hier muß der Analytiker unbedingt Fühlung mit

der Praxis haben; dann wird er ohne Grenzzahlen stets auf Ablehnung oder Annahme des Wassers für den betreffenden Zweck zu erkennen wissen. Und für den Praktiker, der das Wasser zu verwenden hat, ist es das beste, wenn er sich hier vertrauensvoll dem Kritiker, dem Fachmann und Chemiker überläßt. Es sei deshalb unterlassen, irgend welche Grenzzahlen zu nennen, die den Fachmann nicht beeinflussen und den Praktiker bloß irremachen können.

Last not least ist die bakteriologische Wasseruntersuchung zu erwähnen, die der dem chemischen Befund gleichwertige, ja sogar meist ausschlaggebende Faktor ist. Handelt es sich doch bei den Riesenmengen Wasser, die bei unserer Fabrikation ungekocht, also nicht steril zur Verwendung kommen, um allenfallsige Zufuhr von unerwünschten Mikroorganismen in unheimlicher Zahl, die die Meisterarbeit des Fachmanns in jeder Hinsicht lahm legen können. Es ist natürlich nicht einerlei, ob das zu verwendende Wasser stark oder überhaupt mit pathogenen, krankheitserregenden Kleinlebewesen verunreinigt ist; obwohl die in unserer Fabrikation vorkommenden Nahrungs- und Lebensbedingungen ein Gedeihen ausschließen, weil sie dieselben unschädlich machen können. Andererseits ist es doch von sehr großem Wert, zu wissen, welche Arten und Mengen von den in der Gärungsindustrie vorkommenden Mikroben eventuell im Wasser enthalten sind. Zur Probenahme für diesen Zweck wird ein sterilisiertes keimfrei gemachtes Glasstöpselgläschen verwendet, das etwa 10 ccm Inhalt hat. Es wird 5- bis 10 mal mit dem Wasser gefüllt, geschwenkt, geleert und wieder gefüllt und mit der von der betreffenden Anstalt mitgegebenen Verschlußkappe verbunden, an diese zur Untersuchung weitergegeben oder im Betriebslaboratorium — das aber nur in großen Betrieben zu solchen Untersuchungen eingerichtet ist und sein kann — untersucht. Bei dem zu untersuchenden Wasser dürfen natürlich unterm Mikroskop direkt gar keine Mikroben zu finden sein, sonst ist die Ablehnung selbstverständlich und die bakteriologische Untersuchung unnötig.

Meist wird 1 ccm des Wassers verwendet. Stellt sich nach kurzer Zeit starke Kolonienbildung auf der Gelatineschicht in der Petrischale heraus, dann wird natürlich das Wasser entsprechend mit sterilem Wasser verdünnt oder nur in Mengen von 0,5 bis 0,1 ccm verwendet. Hat man die Anzahl der einem Kubikzentimeter entstammenden oder entsprechenden Kolonien, so kommt die wichtige Aufgabe, die Feststellung der Art, Verschiedenartigkeit und Gefährlichkeit der einzelnen Kulturen. Diese Arbeit können nur der Praxis nahestehende Analytiker vollbringen, welche in den staatlichen oder privaten Instituten und Laboratorien zur Verfügung stehen, die dann auch in der Lage sind, den chemischen Befund gegen diesen richtig abzuwägen. Der Verfasser selbst hat im Laufe der Jahre mit wachsender Erfahrung im Betrieb manche Gefahr, der er anfänglich große Bedeutung beilegte, geringer einschätzen und zurückzudrängen, zu beseitigen gelernt, wie auch gewiß viele von den älteren Berufsgenossen: aber warum die Gefahr suchen und dann erst meiden, wenn es möglich ist, sie von vornherein auszuschließen. Deshalb betont der Verfasser ausdrücklich: mag der chemisch-physikalische Befund auch noch so einwandfrei sein, wenn der bakteriologische schlecht ist und Verunreinigung mit Bakterien und Pilzen aufweist, die der normalen Gärung Schaden zufügen können, dann Hände weg von diesem Wasser. Dann kostet eine Neubohrung nicht mehr als die Sterilisation der riesigen Wassermengen, die bei unserer Industrie ungekocht zur Verwendung

gelangen. Und wenn wir uns nicht die Mühe verdrießen lassen und tief genug gehen, bekommen wir einwandfreies Wasser, dessen Reinheit ja mit der Tiefe des Brunnens zunimmt, und dessen Förderung bei der heutigen Brunnentechnik keine Schwierigkeiten macht. Besonders wiederholt der Verfasser die dringende Mahnung, für nicht bloß genügende Wassermengen, nein für reichliche Wassermengen zu sorgen. Ohne der Verschwendung auch an Wasser irgendwie das Wort reden zu wollen — es kann auch hier die Tugend jedes auf Nutzen berechneten Betriebes, die Sparsamkeit, geübt werden; aber nicht jede reichliche Wasserverwendung, die dem mehr Außenstehenden als Verschwendung vorkommt, ist Verschwendung. Das ergibt sich aus dem Grundsatz der größten Reinlichkeit, des „in hoc signo vinces" unserer Industrie von selbst. Eine Preßhefenfabrik ist eben, auch im kleinsten Betrieb, mit ihren Apparaten, Geräten, Böden und Wänden kein Becherglas, das man im Laboratorium mit einigen Kubikzentimeter Wasser aus der Spritzflasche des kostbarsten Inhalts entledigt und reinigt.

e) Die Schlempe.

Obwohl eigentlich kein Rohstoff im landläufigen Sinne des Wortes, soll doch die Schlempe hier besprochen werden, weil sie in der Hefenfabrikation nach dem alten Verfahren eine große Rolle spielt und im Grunde auch nichts anderes bedeutet als Zufuhr von Nährstoffen für die Hefe. Unter Schlempe versteht man die vergorene Maische, wie sie den Spiritusdestillierapparat verläßt, also entgeistete Maische. Sie enthält demnach alle Stoffe, die der Gärung sich entzogen haben. Also vor allem das nicht assimilierte Eiweiß, die Fette und die Mineralbestandteile aus den verarbeiteten, der Gärung zugeführten Rohstoffen und geringe Mengen von Kohlenhydraten, die sich der Verzuckerung entzogen haben oder durch sie und die Hefe nicht assimilierbar gemacht und deshalb nicht aufgenommen werden konnten. Es ist begreiflich, daß man sich frühzeitig darüber klar wurde, welchen Wert diese entgeistete Maische, die Schlempe, hatte, die eine wichtige Rolle für den Hefenfabrikanten spielt auch deshalb, weil die Rückstände von ihr noch ein sehr wertvolles Futtermittel bilden, speziell für die Milchwirtschaft. Diese Tatsache war der Ausgangspunkt für die heute so hochentwickelte und volkswirtschaftlich so wichtige Kartoffelbrennerei. Die Kartoffel für sich enthält, wie wir oben gesehen haben, die wertvollen Bestandteile für die Landwirtschaft bzw. Viehhaltung, Mästung und Milcherzeugung in großem Mißverhältnis zum Stärkegehalt. Dadurch nun, daß durch die Gärung die größte Menge Kohlenhydrate zuerst herausgeholt und als guter Kartoffelrohspiritus gewonnen wird, erhalten wir in der Schlempe die wertvollen Nährstoffe mit wenig der Gärung entronnenen Kohlenhydraten in einer für das Vieh außerordentlich leicht bekömmlichen Form; mit der Kartoffelschlempe kann nicht nur bessere Milch, sondern auch bedeutend mehr Milch gewonnen werden. Das gleiche gilt für die Maisschlempe der Maisbrennereien. Ähnlich liegen nun die Verhältnisse im alten Hefenbereitungsverfahren; und man versteht es, zuerst noch einen großen Teil des Nährwertes dieser Schlempe für die Hefe wieder zu nehmen und zu nützen, ehe der Rest der Milchwirtschaft zufließt. Daß bei der Gärung trotz hochentwickelter Technik noch Kohlenhydrate in der Schlempe vorhanden sind, erklärt sich einfach dadurch, daß die dabei mitspielenden und

vorausgehenden Prozesse eben nicht besser daran sind, als die der gesamten Technik: Fast kein Prozeß vollzieht sich in der Praxis in theoretischer Ausbeute. Und gerade in der Schlempeverarbeitung werden diese sonst bedauerlichen Verluste vermieden und für die Hefe gewonnen.

Man kann ungefähr annehmen, daß 5 bis 10 Proz. der verarbeiteten Kohlenhydrate noch trotz der Gärung in die Schlempe gelangen: das Eiweiß fast ganz, ebenso die Nährsalze und die Rohfaser (Cellulose). Wenn auch die Hefe die Schlempe, wie sie den Brennapparat verläßt, schon verarbeiten könnte, so hat letztere so doch den Nachteil, daß sich die Schwebestoffe (Hülsen usw.), die für die Gärung kaum von Belang, also nur Ballast wären, nicht vollständig absetzen. Die Schlempen haben sehr wechselnde Zusammensetzung, je nach der Art des eingemaischten Rohmaterials und dessen Bestandteile. Je eiweißärmer die Maischen waren, desto geringer wird der Trockengehalt der Schlempe, die ja eigentlich nur die direkt unvergärbaren Stoffe enthält. So z. B. sind die Maisschlempen der reinen Maisverarbeitung sehr gehaltreich; der Eiweißgehalt des Maises, sein hoher Fettgehalt bedingen mehr Rückstände nach der Gärung; ebenso, wenn nicht mehr, ist dies der Fall bei reiner Roggenverarbeitung, bei der der Riesenüberschuß an Eiweiß die Schlempe sehr an Trockensubstanz anreichert. Beim alten Verfahren, also bei Malz-, Korn- und Maisverarbeitung liegt der Trockenrückstand zwischen 3 bis 6 Proz.; diese Zahl erhöht sich etwas für die Hefenfabriken des alten Verfahrens, die nach dem neuen Gesetze „Kornbranntwein“ erzeugen wollen und dann nur Gerste, Roggen, Buchweizen, Weizen, Hafer und Gerste (Malz) verarbeiten dürfen und demgemäß eiweißreiche Maischen zur Gärung bringen.

Da nun die Schlempe direkt vom Brennapparat nicht klärbar ist, wird sie einem Kochprozeß unterworfen, der aber außer der Ermöglichung der Klärung eine hochbedeutsame Umwandlung der in der Schlempe vorhandenen Stoffe bedeutet, eine Überführung in Abbauformen, die der Hefe direkt zugänglich sind und so die große Wichtigkeit und Vorteile ihrer Verarbeitung verbürgen. Die gekochte Schlempe wird nun in großen hohen Behältern der Ruhe überlassen, von den abgesetzten Faserteilchen und Eiweißteilchen (etwas geronnenes Eiweiß) durch Abziehen getrennt und verarbeitet. Der Rückstand ist das begehrte Futtermittel, das schmerzlich vermißt wurde, als bei uns das alte Verfahren langsam seine so lange behauptete Monopolstellung zugunsten des neuen Verfahrens einbüßte und bis auf wenige Betriebe sich beschränkte. Doch auch das neue Verfahren hat für den Landwirt und seine Viehwirtschaft etwas übrig, die wertvollen Treber. Zu Zeiten, da der Landwirt natürliches Futter genug hat, war oder ist man gezwungen, die Schlempe zu trocknen; keine kleine Arbeit, wenn man sich vorstellt, daß fast 90 bis 95 Proz. Wasser zu verdampfen sind, um die etwa 10 Proz. Wasser haltende Trockenschlempe zu gewinnen. Aber man gewann eine Trockenschlempe, die haltbar war und eventuell so lange gelagert werden konnte, bis im Frühjahr bei Futtermangel guter Verkauf möglich war. Meist kam oder kommt man aber nur auf die Kosten der Trocknung. Das Nähere über diesen Gegenstand werden wir bei der Fabrikation selbst besprechen müssen. Im allgemeinen sei hier nur bemerkt, daß es angesichts der Unmöglichkeit, selbst bei bester Arbeit in einmaliger Gärung alles Vergärbare herauszuholen, einfach direkt geboten ist, im alten Verfahren mit Schlempe zu arbeiten. Denn der Verkaufswert der ganzen Schlempe an den Landwirt ist auch nicht im geringsten

Ersatz für die Werte, die man der Fabrikation entzieht. Allein die Tatsache, daß man mit ihr 3 bis 4 Proz. mehr Hefe und 1 bis 2 Proz. mehr Spiritus gewinnen kann, läßt darüber keinen Zweifel. Die Eiweißstoffe kommen der Hefenbildung zugute, die als „Dextrin" gelösten Stärkemengen nach Invertierung durch die Hefe der Alkoholausbeute. Wir dürfen nicht vergessen — das müssen wir vorwegnehmen und später näher erläutern —, daß auch die aus der Fabrikation stammenden Säuren in die Schlempe mit übergehen und beim Kochen derselben als wertvolle Helfer auftreten. Im Durchschnitt von vielen Analysen, die der Verfasser selbst vor Jahren machte, kann man als Durchschnittsgehalt eines Liter Schlempe ungefähr angeben:

Eiweiß	7,0 g	Mineralstoffe	2,4 g
Zucker	4,0 g	Stickstofffreie Substanz .	12,8 g
Dextrin	10,0 g	Unlösliche Stoffe	27,0 g

Also zusammen etwa 63,2 g Trockensubstanz im Liter. Unter den unlöslichen Stoffen waren stets wechselnde Mengen Eiweiß, die in obiger Durchschnittszahl auf 3,2 g sich berechnen. Für unsere Verwendung der Schlempe kann nur der Gehalt an löslichen Stoffen in Betracht kommen, der also gleich etwa 33 g Trockensubstanz im Durchschnitt wäre. Wir führen somit bei Schlempeverarbeitung ganz erkleckliche Nährwerte in die Gärung für die Hefe ein, die sich je nach der Größe des Betriebes noch fühlbar machen. Der Verfasser weiß aus den neunziger Jahren des vorigen Jahrhunderts, daß noch in großen Betrieben recht unklare Ansichten über die Schlempearbeit gang und gäbe waren. Man betrachtete sie teilweise nur als Ersatz für Säure, die man ohne Schlempeverwendung direkt zusetzen mußte. Man hatte Angst vor ihrer Verwendung, weil dabei die Hefe leicht zum Schlechtwerden neige. Wagte man im Winter Zusätze, die überhaupt in Rechnung gestellt werden konnten, so ging man mit nahendem Sommer auf Verdünnungen zurück, die natürlich keine Wirkung mehr ausüben konnten, wenigstens nicht auf die Ausbeute. Die Triebkraft der Hefe allerdings erfährt schon auf geringe Schlempegaben eine Steigerung, wie überhaupt diese Einwirkung noch ganz besonders zu betonen ist. Die wenigsten suchten bei Erkenntnis der Tatsache, daß sie ihre Schlempe nur ganz verdünnt nehmen konnten, ohne Störungen zu vermeiden, die Ursache dort, wo eigentlich der suchende Blick des Fachmanns hätte suchen sollen. Den wenigsten war eben bekannt, was die Schlempe ist und sein kann und soll: ein getreues Abbild der Güte der vorhergegangenen ganzen Arbeit. Deshalb mußte sich jeder Fehler, der begangen war, doppelt rächen, wenn Schlempe zur Verwendung kam, die nicht von einwandfreier Herkunft war und mit der man von Tag zu Tag weiter arbeitend nur den Anfang vom Ende heraufbeschwor. Die Möglichkeit der Schlempearbeit in reichlichen Mengen, die mehr Spiritus und Hefe und größere Triebkraft der letzteren bringen konnten, ist eben der Lohn der guten Arbeit. Wo die Schlempearbeit nicht geht, da fehlt es irgendwo im Betriebe; aber meist nicht am Getreide, am Malz, sondern an den Säuerungsverhältnissen, dem Grundpfeiler besonders des alten Verfahrens.

Wo die Vorbedingungen richtiger Arbeit gegeben sind, muß die Schlempearbeit gleichsam als Probe auf diese immer gehen, gleichviel, welches Rohmaterial zur Verwendung gelangt: auch die Schlempe darf eben nicht erblich belastet sein.

C. Die wichtigsten Bestandteile der Rohstoffe.

1. Die Kohlenhydrate.

a) Deren Beschreibung.

Von den Körpern, die in den zur Verwendung gelangenden Rohstoffen am stärksten vertreten und die nach ihrer, der ganzen Gärungsindustrie fast gemeinsamen Vorbehandlung in der Fabrikation deshalb von größter Bedeutung sind, spricht man allgemein als von den Kohlenhydraten. Die Bezeichnung leitet sich davon her, daß sie, die aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehen, letztere beiden im Verhältnis des Wassers, also immer auf je zwei Atome Wasserstoff ein Sauerstoffatom enthalten. Der Kohlenstoff ist stets mit 6 Atomen oder einem Vielfachen davon vertreten. Unter diese Kohlenhydrate zählen Stärkemehl, Dextrin, Cellulose und die Zuckerarten. So ungeheuer verschieden diese Stoffe sind, so haben sie doch eine Reaktion gemein, die E. Fischersche Resorcinreaktion.

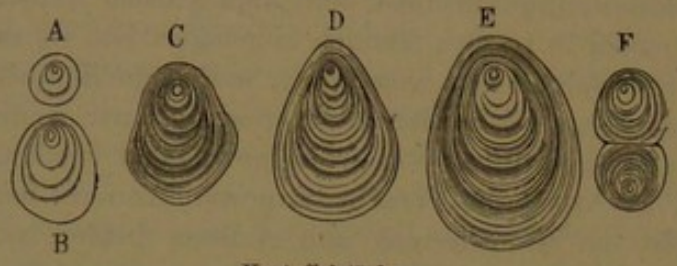
Man versetzt 2 ccm der verdünnten wässerigen Lösung (Zucker, Dextrin, oder kleine Mengen Stärke) mit ebensoviel Wasser, gibt 0,2 g Resorcin zu, sättigt mit Salzsäuregas, läßt 12 Stunden bei etwa 15° stehen, verdünnt mit Wasser, übersättigt mit Natronlauge und erhält bei Zugabe von einigen Tropfen Fehlingscher Lösung eine charakteristische Rotviolettfärbung.

α) Das Stärkemehl. Ihm kommt die Formel $(C_6H_{10}O_5)_x$ zu. Wir wissen nur mit Sicherheit, daß die aus der prozentischen Zusammensetzung abgeleitete einfache Formel $C_6H_{10}O_5$ der Molekulargröße nicht entspricht. Es sind wohl schon Formeln hierfür aufgestellt worden; sie halten aber eingehender Prüfung nicht stand, so daß wir mit obiger Formel der Wahrheit einstweilen am nächsten kommen. Wir finden das Stärkemehl ungemein verbreitet in der Pflanzenwelt. Was zunächst seine Entstehung anlangt, so müssen wir nach dem heutigen Stand der Forschung annehmen, daß das Ausgangsmaterial die Kohlensäure ist. Aus ihr erzeugen unter dem Einfluß des Lichtes in den grünen Pflanzenteilen die das Chlorophyll bergenden Chloroplasten die Stärke. Über die Zwischenprodukte sind die Akten der Forschung noch nicht geschlossen. Man nimmt wohl allgemein an, daß zuerst Formaldehyd entsteht, aus diesem durch Kondensation Traubenzucker und aus diesem durch Wasserabspaltung die Stärke. Wenn auch speziell die vorübergehende Bildung von Formaldehyd sehr wahrscheinlich ist, weil sie auch die Sauerstoffausatmung der Pflanzen erklären würde, so sind doch noch einige Zweifel zu beseitigen, ehe dieser Vorgang als Basis betrachtet werden könnte. Alle Versuche, auch nur die geringsten Spuren von Aldehyd nachzuweisen, sind bis jetzt gescheitert. Neuerdings ist es Hofrat Prof. Dr. Stocklasa gelungen, aus Kohlensäure und Wasserstoff zuerst Formaldehyd und daraus gleich Zucker zu bilden unter Einwirkung von ultravioletten Lichtstrahlen, also wohl die Bildung von Zucker aus den vermuteten Komponenten zu beweisen, aber nach einem anderen als in der Pflanze üblichen Prozeß. Das von den Chloroplasten erzeugte, in kleinen Körnchen eingesprengte

Stärkemehl bleibt aber nicht an Ort und Stelle, sondern wird durch irgend einen unbekannten Vorgang wieder in eine lösliche Form (vielleicht Traubenzucker) umgewandelt, um so durch die Zellmembran hindurch zu gelangen, zu diffundieren und. sich dem Lauf der Säfte durch die Zellen und Gewebe anschließend, in bestimmten Zellen wieder als Stärkemehl abgelagert zu werden. Besonders finden wir es in den Samen, in der Marksubstanz der Stengel und in den Wurzeln mit ihren verschiedenen Formen, wie Zwiebel, Knolle, Rhizom. Die Stärkemehlbildung und Ablagerung an den unbelichteten Pflanzenteilen besorgen die Leukoplasten, die im Gegensatz zu den Chloroplasten des Lichtes bei dieser für den Chemiker bewunderungswürdigen, weil unmöglichen Arbeit nicht bedürfen. Wo das Stärkemehl in großen Mengen abgelagert ist, ist es Reservestoff für die Wachstumsvorgänge. Das wissen wir, weil beim Keimen der Samen der Stärkegehalt abnimmt. Am leichtesten gewinnen wir reine Stärke aus den Kartoffeln, die zerrieben unter Wasser ausgewaschen werden. Nicht so einfach gestaltet sich die Arbeit bei Verarbeitung von Körnern, bei denen die Stärke innig vermischt mit eiweißartigen und anderen Stoffen ist. Betrachten wir Stärke unter dem Mikroskop, so fällt uns bei genauer Betrachtung eine Schichtung auf, die vom Aufbau herrührt. Je nach dem Andrang von gelöster Stärke im Säftelauf der Pflanzen lagern die Leukoplasten die Stärke mit mehr oder weniger Wassergehalt ab, wodurch die Schichtung entsteht und sichtbar wird wegen des verschiedenen Lichtbrechungsvermögens derselben. Die äußerste Schicht ist am wenigsten wasserhaltig, die innerste älteste sehr wasserreich, weshalb beim Trocknen von Stärke sich im Korn von innen heraus Risse bilden. Alkohol läßt als wasserentziehendes Mittel die Schichtung verschwinden. Nägeli, der sich eingehend mit dem Studium der Stärke beschäftigte, nennt den eigentlichen Inhalt des Stärkekorns Granulose, die gewissermaßen durch die Stärkecellulose zusammengehalten ist. Die Stärke kommt auch in einer löslichen Form vor, die man auf verschiedene Weise erhalten kann. Mehr oder weniger entstammt sie einer Behandlung der gewöhnlichen Stärke mit Säuren; seltener mit Alkalien. Eine z. B. mit verdünnter 7,5 proz. Salzsäure während etwa einer Woche behandelte Stärke zeigt noch unterm Mikroskop das gewohnte Bild, ist aber direkt im Wasser löslich. Man könnte meinen, daß, nachdem wir chemisch reine Stärke noch nicht kennen, diese überhaupt löslich sein könnte. Alle bis jetzt untersuchten reinsten Stärken enthalten geringe Mengen von mineralischer Substanz, die jedenfalls bei der Rückbildung der Stärke aus dem Pflanzensaft durch die Leukoplasten mit niedergeschlagen wird. Interessant ist auch die Tatsache, daß sich aus der löslichen Form die unlösliche wieder zurückbildet unter bestimmten Bedingungen, so z. B. wenn man nach Fernbach und Wolff zu Stärkekleister Auszüge von Getreide zugibt. Es scheint also — zumal die Wirkung der Cerealienextrakte nach Überschreitung einer bestimmten Temperatur ausblieb — daß wir es hier mit einem jener Körper zu tun haben, die wir Enzyme nennen und später ausführlich behandeln. Obige Forscher haben zuerst auch auf die verschiedene Reaktion der Stärken jeder Herkunft auf Methylorange oder Phenolphthalein hingewiesen, die ähnlich der von primären oder sekundären Phosphaten auf diese ist. Fernbach machte auch die wichtige Beobachtung, daß die Verzuckerung am besten vor sich geht bei gegen Methylorange neutraler Stärke; solche von gleicher Reaktion gegen Phenolphthalein neigt sehr zum Gerinnen nach der Verkleisterung.

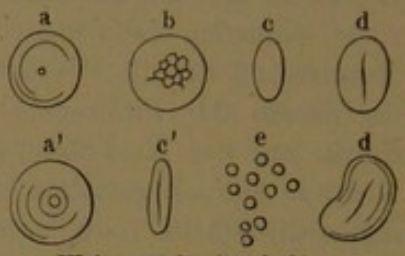
Soviel über diesen Gegenstand gearbeitet wurde, sowenig gelang es eigentlich doch, einigermaßen Licht in dieses Dunkel zu bringen. Das Molekül der Stärke kennen wir nicht; die Zwischen- oder Abbauprodukte bis zum Zucker sind nicht mit Sicherheit bekannt und nicht unumstritten und das Endprodukt der Stärkeumwandlung, der Zucker ist uns auch nur so von außen her bekannt. Sein innerer Aufbau ist uns noch unbekannt. Hier ist ein riesengroßes Feld der Forschung offen, das der Technik noch manche Früchte bringen muß und kann. Die Stärke nun jeder Herkunft zeigt sich

Fig. 6.



Kartoffelstärke.

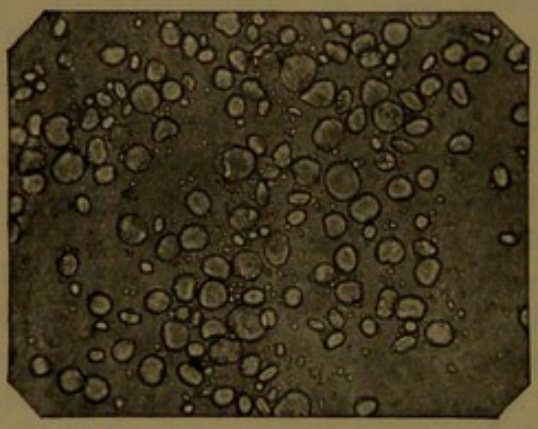
Fig. 7.



Weizenstärke (300 fach).

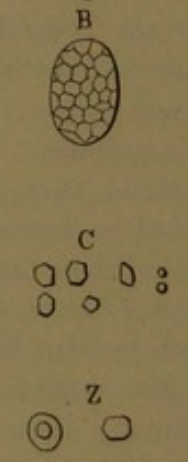
dem Auge unter dem Mikroskop verschieden. Besonders kann man etwa drei Abteilungen machen, in deren erster wir die einfachen Körner der Kartoffelstärke nennen, die in der Struktur gleichmäßig, nur in der Größe verschieden und durch exzentrische Schichtung ausgezeichnet sind. Fig. 6, 300 fach; *A*

Fig. 8.



Gerstenstärke (150 fach).

Fig. 9.



Haferstärke (300 fach).

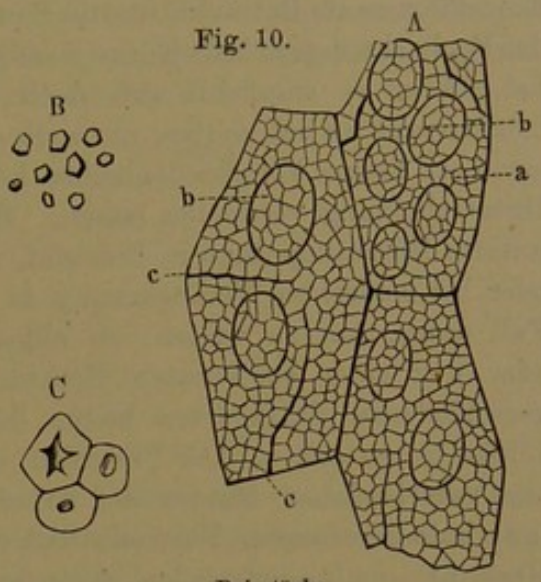
junges unentwickeltes Korn, *B* bis *E* entwickelte Körner, *F* zusammengesetztes Korn.

In die zweite Klasse können wir die Stärke von Roggen, Weizen, Gerste nehmen, die unter sich so gleich sind, daß sie praktisch fast nicht unterschieden, aber auch andererseits alle drei nicht mit anderer Stärke verwechselt werden können. Fig. 7, 300 fach, gibt uns ein Bild der Weizenstärke; *a* bis *d* große, *e* kleine Körner, *a* und *b* Ansicht von der Fläche, *c c'* von der Seite, *b* Korn mit netzförmigen Eindrücken, von den kleinen Körnern herrührend. Fig. 8, Gerstenstärke, 150 fach.

Zur dritten Abteilung rechnen wir die Stärke, deren einzelne Körner meist in mehr oder minder großen Aggregaten vorkommen, die, selbst ellipsoid oder polyedrisch, sich aus vielen, oft Hunderten kleiner Stärkepartikelchen zusammensetzen. Die Haferstärke hat Sammelkörner ellipsoider

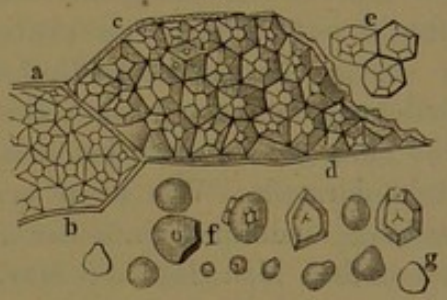
Form; der Inhalt besteht aus 20 bis 70, selten mehr, meist polyedrischen Teilchen, unregelmäßig 3- bis 6eckig; die Sammelkörner sind stets rundlich, elliptisch und nicht zu verwechseln mit den stets unregelmäßigen polyedrischen Einzelkörnern, wie sich solche auch vorfinden. Bei Fig. 9 ist *B* (300fach) ein echt zusammengesetztes Korn, das wie bei Reis mit unecht zusammengesetzten in Zellen vereinigt ist. *C* und *Z* sind einfache Körner bei etwas stärkerer Vergrößerung. Die Reisstärke hat in ihren Sammelkörnern meist etwas mehr, bis 200 Teilkörner, die fast regelmäßig polygonale Begrenzung aufweisen. Die neben den Sammelkörnern auftretenden Einzelkörner sind von den Teilkörnern nicht unterscheidbar; diese liegen im Sammelkorn ohne Lücke dichtgedrängt aneinander; beim Reis scheinen also die Einzelkörner alle von zerfallenen Sammelkörnern herzurühren. Bei Fig. 10 stellen *A* und *B* (300fach) Zellen aus dem Reiskorn und *B* einzelne Körner von *a* und *b* vor; *a* unecht, *b* echt zusammengesetzte Stärke; *c* Risse durch Eintrocknen des Gewebes hervorgerufen. *C* stellt die Körner von *a* und *b* 800fach dar.

Fig. 10.



Reisstärke.

Fig. 11.



Maisstärke.

Der Mais liefert Stärke, die aus einfachen und zusammengesetzten Körnern besteht und deren Zerfallprodukten, den Bruchkörnern. Die Einzelkörner sind rundlich bis kaum polyedrisch, die Bruchkörner des Sammelkornes wie dieses gerade und polyedrisch abgeplattet. Fig. 11, 300fach, zwei aneinander liegende stärkeführende Zellen des hornigen Teiles des Maiskornes. *f* und *g* einzelne Körner des mehligen Teiles des Kornes, *e* zusammenhängende Stärke daraus. Die polyedrische Form ist gut zu sehen. — Bezüglich der

	Einzelne Körner			
	Grenzwert mm	Häufigster Wert mm	Grenzwert mm	Häufigster Wert mm
1. Kartoffel	0,0600—0,1000	0,0700	—	—
	Kleine Körner		Große Körner	
2. Gerste	0,0016—0,0064	0,0046	0,0108—0,0328	0,0203
Weizen	0,0022—0,0082	0,0072	0,0111—0,0410	0,0282
Roggen	0,0022—0,0090	0,0063	0,0144—0,0475	0,0369
	Einzelne Körner		Zusammengesetzte Körner	
3. Hafer	0,0030—0,0110	0,0080	0,0140—0,0540	0,0310
Reis	0,0030—0,0070	0,0050	0,0180—0,0360	0,0220
Mais	0,0072—0,0325	0,0200	—	0,0470

Größe steht das Kartoffelstärkekorn obenan. Wiessner gibt in der Tabelle auf voriger Seite die Größenwerte verschiedener Stärkesorten an.

Für die Praxis der Hefenbereitung mit ihren Aufschließungsprozessen der stärkehaltigen Rohstoffe kommen bei Hafer, Reis und Mais eigentlich nur die Einzelkörner in Betracht, da die Sammelkörner längst zerfallen sind, so daß der Beobachter gewöhnlich nur diese gegeneinander oder für sich zu betrachten hat. Aber es empfiehlt sich doch aus den Rohstoffen Stärkepräparate zu machen und zu betrachten, um auch das Stärkekorn so sich einzuprägen; man lernt es, kleine Verschiedenheiten herausfinden, die sich bei Gelegenheit zur Unterscheidung verwerten lassen. Meist kommt das Aufsuchen von Stärke unterm Mikroskop dann in Betracht, wenn man sicher ihre Gegenwart in Hefe oder bei schlechter Verzuckerung in der Maische feststellen will, im letzteren Fall dann, um zu wissen, ob allgemein schlechte Verzuckerung der Stärke oder nur einer bestimmten Herkunft vorliegt. Die Abbildungen über die verschiedenen Stärkearten bieten deshalb nicht, was sonst im allgemeinen Bilder bieten sollen. Der Praktiker übt sich am besten an eigenen Präparaten aus verschiedenen Phasen der Arbeit. Die Natur ist so mannigfaltig auch innerhalb bestimmter Formen, daß nur eine größere Anzahl Bilder derselben Herkunft ein einigermaßen sicheres Urteil über etwaige Charakteristika zulassen. Wie oben erwähnt sind die Fälle, wo der Preßhefenfabrikant mit dem Mikroskop auf Stärke fahndet, solche, bei denen es höchstens gilt, z. B. Kartoffelmehl auf Reinheit zu prüfen oder als Zusatz in Hefe nachzuweisen; oder solche, die uns Aufschluß über den Grad der Verzuckerung und ihre Begleiterscheinungen geben sollen. Was nun das chemische Verhalten der Stärke anlangt, so ist zu betonen, daß sie kein einheitlich chemisches Reinprodukt darstellt. Wie oben erwähnt, enthält sie selbst bei gründlichster Waschung auch in technischer reinster Ware mineralische und organische Bestandteile. Man faßt die Stärkekörner neuerdings als Sphärokristalle auf und hat mit Erfolg deren Darstellung versucht. Die erhaltenen winzigen Gebilde verhielten sich dann wie natürliche Stärke. Maquenne, Fernbach, Wolff halten die Reinstärke aufgebaut aus Amylocellulose oder Amylose und Amylopektin; erstere löst sich leicht in Wasser, letztere unter Kleisterbildung; dieser gibt dann mit Jod keine Reaktion. Dem Verfasser scheint aber, daß wir noch oft unsere Anschauung werden wechseln müssen; denn die verschiedenen Ergebnisse der vielen Forscher sind eben begründet in der uns unbekannten hochmolekularen Zusammensetzung, deren Zerfall selbst bei peinlich gleichen Versuchen nicht immer gleiche Resultate liefert. Sicher ist ja auch noch gar nicht, daß das, was wir Reinstärke nennen, überhaupt immer den gleichen Wert für x in der angenommenen Formel $(C_6H_{10}O_5)_x$ hat. Das spezifische Gewicht der Stärke liegt etwa zwischen 1,5 bis 1,65; sie ist stark hygroskopisch, hält auch das unter Erwärmung aufgenommene Wasser sehr fest und quillt dabei auf. Auf die Polarisationsebene wirkt die Stärke stark rechtsdrehend und für $[\alpha]_D = 202°$. Alkohol entzieht der Stärke das ganze Wasser (Wassergehaltsbestimmung nach Scheibler), das dann aus der Verdünnung des Alkohols berechnet werden kann. Bei Temperaturen über 100° entsteht zuerst lösliche Stärke, bei höherer Temperatur, ehe Braunfärbung eintritt, Dextrin. In den gebräuchlichsten Lösungsmitteln ist die Stärke unlöslich; selbst Kupferoxydammoniak läßt sie nur aufquellen. Auch Wasser ist in der Kälte ohne Einwirkung auf natürliche Reinstärke; dagegen mit

Wasser erwärmt, tritt Verkleisterung ein: die einzelnen Körner quellen dabei bis zum 100- bis 120fachen des ursprünglichen Volums auf. Die Einwirkung des heißen Wassers beginnt von innen heraus, in den wasserreicheren Schichten, sucht sich darin seine Wege, bis schließlich das ganze Korn zerstört ist. Die Verkleisterung tritt bei den einzelnen Stärkearten bei verschiedenen Temperaturen ein. Lintner hat die alten Angaben nachgeprüft und durch folgende neue ersetzt: Die völlige Verkleisterung tritt ein für

Kartoffelstärke	bei 65°
Maisstärke	„ 75°
Gerstenstärke	„ 80°
Darrmalzstärke	„ 80°
Roggenstärke	„ 80°
Weizenstärke	„ 80°
Reisstärke	„ 80°
Luftmalzstärke	„ 80—85°
Haferstärke	„ 85°

Man könnte fast annehmen, daß, je eiweißreicher der Rohstoff ist, aus der die Stärke stammt, desto höher sich die Stärke verkleistert. Wird Stärke in diesem Zustande über 100°, etwa auf 125 bis 130° erhitzt, so tritt Verflüssigung ein, aus der beim Erkalten sich kleine feste Stärkekriställchen abscheiden. Aus der Erscheinung der Verflüssigung der Stärke über 100°, und zwar mit sehr geringen Wassermengen erschloß sich das erfolgreiche Gebiet der Verarbeitung der Rohfrucht durch Dämpfen unter Druck. Wir werden davon später bei der Behandlung der Fabrikation noch ausführlicher sprechen. Durch starke Oxydierung erhält man aus Stärke Oxalsäure. Verbindungen der Stärke als solche sind wenig bekannt. Verflüssigte Stärke mit Natronlauge versetzt gibt eine Natronstärke, die mit Alkohol quantitativ ausgefällt werden kann. Ammoniak ist ohne Einwirkung auf Stärke. Dagegen bilden die alkalischen Erden und von den Metallen einige Oxyde unlösliche Stärkeverbindungen. Durch Nitrierung erhält man wie aus Cellulose ähnliche Sprengstoffe. Gerbsäure fällt die Stärke aus Kleister aus; Aldehyde lagern sich an; Essigsäure gibt nicht näher bekannte Acetylierungsprodukte. Die hervorstechendste Reaktion aber ist die der Stärke gegen Jodjodkaliumlösung (5 g Jod, 10 g Jodkalium, zuerst in wenig Wasser gelöst und dann auf 1 Liter verdünnt). Stärke in beiden Modifikationen, löslich und unlöslich, färbt sich mit Jodlösung tiefblau; doch hat die gebildete Jodstärke nicht die Eigenschaft einer stabilen Verbindung, es sei denn, daß ganz bestimmte Konzentrationsverhältnisse eingehalten werden. Ganz aufgeklärt ist die Natur der Jodstärke noch nicht; beim Erwärmen verschwindet die Blaufärbung; die vorübergehende Gelbfärbung geht beim Erkalten wieder in Blaufärbung über, woraus sich von selbst ergibt, daß die Jodprüfung auf noch vorhandene Stärke nur in der Kälte vorgenommen wird. Sind neben Stärke noch andere Körper vorhanden, wie z. B. Dextrine in Maischen während der Verzuckerung, dann kann man oft beobachten, daß auf Zugabe der ersten Tropfen Jodlösung eine Blaufärbung entsteht, die aber beim Schütteln wieder verschwindet. Es ist dann eine größere Menge Jodlösung nötig, bis dauernd die Blaufärbung eintritt. Maercker, der dies ebenfalls beobachtet hat, führt das darauf zurück, daß jedenfalls das Jod von den andern Körpern aufgenommen wird. Auffallend ist, daß, wenn man in solchen Fällen zuerst etwas Natronlauge im

Überschuß zugibt und dann wieder mit Salzsäure schwach ansäuert, die blaue Jodreaktion gleich eintritt. Im übrigen hat die Stärke großes Aufnahmebegehren gegen Jod und entzieht es z. B. andern damit gefärbten Substanzen, was man unterm Mikroskop zwischen Eiweiß und Stärke gut beobachten kann. Alkalien und ihre Verwandte, unterschwefligsaures Natron, Schwefelwasserstoff, schwefelige Säure, zersetzen die Jodstärke natürlich; ebenso auch andere Körper, wie Kaliumpermanganat, Eisenfeile, Tannin, während Kaliumdichromat die Jodstärke als solche fällt. Verdünnte Säuren lassen die Jodstärke unberührt in der Kälte. Bei Erwärmung aber beginnt die Einwirkung auf die Stärke, die mit Bildung löslicher Stärke beginnend, nacheinander Dextrin, Maltose und zum Schlusse Dextrose erzeugt. Dieser Vorgang vollzieht sich auch unter Mithilfe von Enzymen, was wir später näher behandeln müssen. Die erste Veränderung, die wir mit Stärke vornehmen können und die eintritt, wenn wir sie weiter verarbeiten wollen, ist die Bildung der löslichen Stärke. Man erhält sie durch Einwirkung 7,5proz. Salzsäure bei Zimmertemperatur während 8 Tagen, Auswaschen und Trocknen der Stärke. Andere verwenden Glycerin bei höheren Temperaturen (120 bis 150°), oder Natriumsuperoxyd oder Natronlauge, die nachher neutralisiert wird. Die bei Erhitzen mit Wasser über 100° eintretende Verflüssigung ist jedenfalls schon mehr als bloß Bildung löslicher Stärke, die mit jeder Bereitungsart ihre Eigenschaften wechselt.

β) Die Dextrine. Mit dieser Bezeichnung umfaßt man eigentlich heute alle die Zwischenprodukte, die kommen und gehen, bis Maltose entstanden ist, und zwar sind diese Abbaukörper der Stärke die gleichen, ob sie unter Säure- oder Enzymwirkung entstanden sind. Letztere vermag aber nur zum Schluß Maltose zu bilden, während bei Arbeit mit Säuren der Abbau bis zur Dextrose geführt wird. In Wasser sind alle Dextrine löslich, in Alkohol unlöslich bis löslich je nach ihrer Annäherung zur Stärke oder Maltose. Mit Phenylhydrazin bilden sie keine Osazone. Gegen polarisiertes Licht sind sie rechtsdrehend, und zwar je nach dem Grad ihrer Annäherung an die Maltose zwischen $[\alpha]_D = 137$ bis 202°. Gegen Jodlösung ist das Verhalten so, wie es dem Übergang von Stärke über die Dextrine zum Zucker entspricht. Von der blauen Stärkereaktion bis zur farblosen der Maltose finden wir violette und rote Färbungen. Die am häufigsten beobachtete Rotfärbung führte zur Annahme von Erythrodextrinen. Obwohl bis jetzt wohl durch fraktionierte Fällung während des Abbaues Zwischenkörper mit einigermaßen bestimmterer Eigenschaft gewonnen wurden, scheint doch dem Verfasser die Ansicht richtiger zu sein, daß die beobachteten Farbennüancen einfach dem mit dem Verlauf des Stärkeabbaues entsprechend wechselnden Mischungsverhältnis von löslicher Stärke und mit Jod schwach rot reagierenden Dextrinen zukommen. Wenn man während der Verzuckerung viele Proben mit Jod macht, so kann man wohl mit Beginn derselben die Abnahme der Intensität der Blaufärbung feststellen, aber nicht das Erreichen eines Punktes, an dem nur rote Reaktion aufträte; auch diese ist nur Übergang zur Maltosereaktion. Der Verfasser hat oft beim ersten Tropfen Jodlösung rötliche Färbung bekommen, die auf Zusatz eines weiteren Tropfens wieder ins Violette spielte. Die letzten Mengen unzersetzter löslicher Stärke sind schon so eingehüllt von den Zwischengliedern zur Maltose, daß erstere gar nicht gleich zur Reaktion mit Jod kommen. Es haben deshalb die für die Dextrine aufgestellten Formeln nur

geringen Wert; sie sind von Hause aus zu wenig gestützt, da wir die Stärkemolekülgröße nicht kennen. Es scheint bis jetzt alles dafür zu sprechen, daß alle als Erythrodextrine, Achroodextrine und Maltodextrine mit Abarten bestimmten und untersuchten Dextrine wirklich nichts anderes sind als Mischungen des Ausgangsproduktes und seiner Abbauprodukte. Das Drehungsvermögen nimmt langsam ab bis zu Maltodextrinen mit $[\alpha]_D = +160^0$ und die Löslichkeit in Alkohol zu, entsprechend der Annäherung an die Maltose. Allerdings scheinen physiologische Gärversuche wieder dafür zu sprechen, daß wirklich zum Schluß Dextrine der behaupteten Art als eigene Körper vorhanden sind, wenn hierbei nicht besonders angepaßte Zelltätigkeit von Hefe vorliegt. Der Abbau ist ein hydrolytischer Vorgang, der entweder plötzlich auf der ganzen Schlachtreihe einsetzt, oder nur teilweise angreift, so daß immer bis zum Schluß frische Stärkemannschaft da ist. Im ersten Falle müßten dann bei bestimmten Graden der Verzuckerung auch stets bestimmte Körper zu erhalten sein. Es müßte dann z. B. die Polarisation nicht langsam, sondern mehr sprungweise fallen. Auch das Reduktionsvermögen gegen Fehlingsche Lösung müßte sich in Zahlen von bestimmter Größe festhalten lassen, die die Vermutung von selbständigen Übergangsprodukten rechtfertigen würden. So scheint dem Verfasser aber das bisher Festgestellte mehr dafür zu sprechen, daß die angegriffenen Stärkekörner erst ganz hydrolysiert werden, ehe andere der Zersetzung geweiht werden. Die mikroskopische Verfolgung der Verzuckerung, die ja insofern nicht ausschlaggebend sein kann, als man nur kleine Teile unter das Glas bekommt, und der Zufall eine große Rolle spielen kann, dürfte eher zu dieser als der ersten Annahme führen. Man findet stets neben fast ganz zerfressenen Stärkekörnern solche von unversehrter Form und zwar so lange, bis eben die Verzuckerung in technisch vollkommener Weise fertig ist. Auch die mit der Annäherung an den Zucker zunehmende Fähigkeit, durch tierische Membran zu diffundieren, könnte eher dafür als gegen die zweite Möglichkeit sprechen. Da die enzymatisch oder durch Säure begünstigte Hydrolyse in ihren beobachteten Wirkungen identisch ist, so glaubt der Verfasser von der diastatischen Verzuckerung ausgehend annehmen zu sollen, daß die Reaktionsfähigkeit der Enzyme in den zu Beginn des Stärkeabbaues dicken Flüssigkeiten nicht allzugroß sein kann, daß deshalb die Enzymmassen sich an einer Stelle sammeln, dort verhältnismäßig weit abbauen, sich zur Erleichterung ihrer Beweglichkeit ein dünnes Medium schaffen und nun, eine kleine Truppe zum endgültigen Abbau der gemeinsam bearbeiteten Stärke zurücklassend, sich wieder mit großer Macht auf die nun leichter zugänglichen Stärkemassen werfen. Dieser Vorgang dürfte sich so lange wiederholen, bis die Arbeit vollendet ist. Der Umstand, daß der Zersetzungsvorgang nicht restlos vor sich geht, dürfte seine Erklärung darin finden, daß die erzeugten Abbauprodukte, besonders das Endprodukt der enzymatischen Arbeit, die Maltose, die noch vorhandenen Dextrine umhüllt und schützt und das ermattete Enzym ihr gegenüber nicht mehr die Möglichkeit hat, die Schutzkette zu durchbrechen.

Direkt vergärbar sind die Dextrine nicht; daß sie trotzdem in der Gärung verarbeitet werden, findet seine Erklärung in der Fähigkeit mancher Hefen, mittels besonderer Enzyme die Dextrine zu hydrolysieren, aber auch darin, daß, wenn sein Schützling, der Zucker, verarbeitet ist, das diastatische Enzym neue Angriffsmöglichkeit hat.

γ) Die Maltose. Diese Zuckerart hat die Formel $C_{12}H_{22}O_{11}$ und ist, wie wir schon kurz bemerkt haben, das Endprodukt des Stärkeabbaues ohne Säure, mit Enzymen. Die etwa vorhandenen Dextrosemengen entstammen vermutlich schon dem Rohmaterial oder enzymatischer Tätigkeit der Glukase (s. später unter Enzyme). Schon 1819 von de Saussure beschrieben, von Dubrunfaut 1847 als besondere Art erkannt, wurde sie 1874 erst wieder entdeckt und näher untersucht. Die gewöhnliche Ausbeute an Maltose liegt bei 80 bis 85 Proz. Die 15 bis 20 Proz. Dextrin werden mit Alkohol gefällt und die Maltose so rein gewonnen. Nach dem Verfahren von Cuisinier sollen bis 95 und 96 Proz. Maltose gewonnen werden, was dem Verfasser ein französischer Chemiker eindringlichst bestätigte, der danach gearbeitet hatte. Interessant ist dabei die niedere Verzuckerungstemperatur von 40° R = 50° C. Nach den Erfahrungen der Praxis — Maquenne will neuerdings restlose Maltosegewinnung erzielt haben — haben nicht einmal günstigste Bedingungen an diastatischem Material und Dauer der Einwirkung und Temperatur annähernd die Cuisiniersche Zahl gebracht. Man konnte auf etwa 90 Proz. Maltose kommen, aber nur ausnahmsweise. Die reine Maltose ist in Wasser löslich, in heißem leichter; ebenso in verdünntem Alkohol leichter als in konzentriertem. Die Polarisation $[\alpha]_D$ ist rund gleich 137°.

Ihr spezifisches Gewicht liegt bei 1,5 bis 1,6 (jedenfalls vom Kristallwassergehalt abhängend); Fehlingsche Lösung reduziert sie direkt; 100 mg Maltose reduzieren Fehlingsche Lösung, entsprechend nach Soxhlet 113 mg Kupfer. Dagegen ist Maltose ohne Wirkung auf Barfoeds Reagenz (essigsaure Kupferacetatlösung), das von Dextrose in der Kälte sofort reduziert wird. Das Maltososazon schmilzt bei 206°. Die Maltose ist sehr beständig. Nur längere Einwirkung von Säuren vermag sie in Dextrose überzuführen; ebenso Glukase (Maltase, s. unter Enzymen). Übrigens ist nach Lindner und Fischer die Maltose nicht direkt gärungsfähig, erst die Glukase macht sie durch Überführung in Dextrose vergärbar. Wahrscheinlich sind nur die Zucker der Formel $C_6H_{12}O_6$ direkt der Hefe zugänglich. Die Maltose gibt Salze mit Natrium, Calcium, Strontium, Baryum und ist äußerst empfindlich gegen Alkalien.

δ) Dextrose (Glukose, Traubenzucker). Eine Zuckerart der Formel $C_6H_{12}O_6$; ursprünglich für das Endprodukt der diastatischen Arbeit gehalten, finden wir sie in Wirklichkeit nur in solchen Maischen, bei denen die Stärke durch Kochen mit Säure hydrolysiert wurde, oder in Melasse nach der Säurebehandlung. Aus ihren Lösungen ist sie mit Methylalkohol rein zu erhalten. Wo sie natürlich vorkommt, ist sie mit Fruktose (Lävulose) zu gleichen Teilen gemischt. Die d-Glukose (wissenschaftliche Bezeichnung für Dextrose) ist in Wasser leicht löslich, auch in warmem Alkohol. Besonders interessant ist ihr polarimetrisches Verhalten; eine frisch bereitete Lösung dreht das polarisierte Licht um $[\alpha]_D = +105°$ und geht langsam damit auf die konstante Zahl 52,75°. Ein Hauptreagenz auf sie sind Metallsalze, deren Lösungen sie reduziert und zersetzt; besonders aber die Kupfersalze. Von Fehlingscher Lösung wird so viel zersetzt, daß 100 mg Dextrose (d-Glukose) 195 mg ausgeschiedenem Kupfer entsprechen. Barfoeds Reagenz wird kalt zersetzt.

Seine Wirkung auf ammoniakalische Silberlösung verläuft in anderer Richtung und wird in der Industrie zur Herstellung von Silberbelägen benutzt. Das Osazon schmilzt bei 205°. Die d-Glukose ist gegen Säuren und Alkalien sehr beständig und geht mit diesen Verbindungen ein.

Kurz erwähnt sei hier die Fruktose, $C_6H_{12}O_6$, mit der gemischt die Dextrose natürlich vorkommt. Außerdem findet sie sich in Melasse. Sie reduziert Fehlingsche Lösung und Barfoeds Reagenz und polarisiert stark links (10proz. Lösung nach Ost $[\alpha]_D = -93{,}01^0$). Sie ist direkt gärungsfähig und gibt Oxydationsprodukte, die sich auch in der Melasse finden.

ε) Der Rohrzucker, $C_{12}H_{22}O_{11}$. Dieser Zucker ist nicht direkt gärungsfähig und bildet den Hauptbestandteil der Melasse. In Wasser, zumal heißem, ist er fast unbegrenzt löslich; in Alkohol fast gar nicht. Seine Polarisation $[\alpha]_D$ ist gleich $+66{,}5^0$. Bevor ihn die Hefe angreift, ist seine Inversion nötig, die in Wasseraufnahme besteht und d-Glukose und Fruktose zu gleichen Teilen bildet. Auch Enzyme der Hefe und des Malzes haben diese Wirkung. Deshalb treffen wir ihn auch nie ohne Beimischung von Glukose und Fruktose, da er sich sowohl enzymatisch als auch katalytisch mit Säure leicht spaltet. Gegen Säuren ist er empfindlich, gegen Alkalien gar nicht. Seine Eigenschaft, mit Erdalkalien Salze zu bilden, wird in der Rübenzuckerfabrikation benutzt; diese werden dann durch Kohlensäure zersetzt.

ζ) Die Melitriose (Raffinose), $C_{18}H_{32}O_{16}$. Dieser Zucker kommt für uns in Betracht als Bestandteil der Melasse und als wertvolles Mittel, Bier- und Preßhefe voneinander zu unterscheiden. In der Rübe zu etwa 0,02 Proz. enthalten, sammelt sie sich in der Melasse bis zu 15 Proz und mehr an. Daraus wird sie gewonnen, indem man mit Bleiessig im Überschuß fällt, filtriert, das Filtrat mit Ammoniak versetzt, den Niederschlag abfiltriert und in Wasser verteilt mit Kohlensäure zerlegt. Mit Methyl- oder Äthylalkohol kann sie umkristallisiert werden. Sie kristallisiert mit 5 Molekülen Wasser und dreht stark nach rechts, $[\alpha]_D = +104^0$, weshalb sie den Übernamen Pluszucker führt. Bei Behandlung mit Säuren zerfällt sie zuerst in Fruktose (Lävulose) und Melibiose, dann diese noch in Dextrose und Galaktose. Bau wies zuerst darauf hin, daß Unterhefe (Bierhefe) den Zucker fast ganz vergärt, Preßhefe (obergärige Hefe) nur die abgespaltene Lävulose. Durch das Emulsin der bittern Mandeln soll Melitriose zuerst in Galaktose und Rohrzucker, und dann erst letzterer in Glukose und Fruktose (Amberger) gespalten werden.

η) Die Cellulose $(C_6H_{10}O_5)_n$. Unter Cellulose verstehen wir jenes Kohlenhydrat, jenen Stoff, der im Pflanzenreich sehr verbreitet ist, weil aus ihm die die Zellen einschließende Membran besteht. Wir begegnen ihr deshalb auch in den Rohmaterialien der Hefenfabrikation, soweit sie dem Pflanzenreich entstammen, und zwar als Rohfaser, wie sie bei Aufstellung der Analysen dieser Rohstoffe genannt wird. Sie ist von außerordentlicher Beständigkeit und so von der Natur für ihren Beruf gut vorgebildet. Je nach der Natur des pflanzlichen Gewebes ist der Celluloseanteil sehr verschieden, am größten da, wo es sich um Holzsubstanz handelt, aus der sie in den Cellulosefabriken auch gewonnen wird. Rein kommt sie in der Natur nicht vor, immer sind in ihrem Gewebe fremde Substanzen eingesprengt, fast alle die Bestandteile, die sich auch sonst noch in den Pflanzen vorfinden. Analysieren wir z. B. Getreide, so erhalten wir in dem Ergebnis „Rohfaser“ nicht bloß die starke Hülle, die Schale des Kornes, sondern auch die Zellhäute der zerstörten Zellen. Aber es ist nicht leicht, diese Cellulose von allen anhängenden, aus den Geweben stammenden Verunreinigungen frei zu bekommen. Ausziehen und Auskochen nacheinander mit Äther, Alkohol, Wasser, Alkalien und Säuren führt einigermaßen zum Ziele.

Ziemlich reine Cellulose, die meist nur noch der Behandlung mit Flußsäure bedarf, um aschefrei zu werden, stellt gutes Filterpapier dar.

In der Zellstofffabrikation werden ihr die Verunreinigungen durch Kochen unter Druck mit alkalischen oder sauren schwefligsauren Laugen entzogen.

Über die Identität der verschieden gewonnenen Cellulose bestehen noch Zweifel, wie auch über ihre Molekulargröße. Sie ist nur löslich in ammoniakalischer Kupferoxydlösung und dreht so beim Polarisieren nach links; aus dieser Lösung fällt die Cellulose durch Zusatz von geeigneten Körpern, Säuren, Salzen, sogar bei bloßer Verdünnung wieder aus, aber sie hat dann ihre ursprünglichen Eigenschaften verloren. Salzsaure Chlorzinklösung ist ebenfalls ein Lösungsmittel für Cellulose, ohne sie zu verändern.

Ihr Verhalten gegen konzentrierte Schwefelsäure bei kurzer Einwirkung, in der sie sich bei langer Einwirkung ganz auflöst, um bis zu Glukose umgewandelt zu werden, wird benutzt zur Herstellung des Pergamentpapiers, das an der Oberfläche durch die Schwefelsäure gebildetes Amyloid enthält, das mit Jod Blaufärbung gibt. Die Einwirkungsprodukte der Schwefelsäure auf Cellulose stellen die Hydrocellulosen dar, die sich um so leichter in Kupferoxydammoniak und in Säure lösen und zu Glukose werden, je näher sie dieser schon stehen. Wir haben hier eine ähnliche Reihe von Zersetzungsprodukten oder besser Zersetzungsvorgängen vor uns, wie beim Übergang der Stärke über die Dextrine zur Maltose oder Dextrose; der Vorgang dürfte sich fast analog dem letzteren abspielen, so daß vermutlich die Klärung des einen auch Licht für den anderen bringen muß. Ein der Maltosebildung aus Stärke ähnlicher Vorgang ist die Bildung der Cellose oder Cellobiose aus Cellulose; die Cellose gibt bei Inversion Dextrose genau wie die Maltose, bildet ein Osazon des Schmelzpunktes $+198^0$, ist aber schwer löslich in Wasser, unvergärbar und polarisiert $[\alpha]_D = +33{,}7^0$. Bekannt sind auch Oxydationsverbindungen der Cellulose, die Fehlingsche Lösung reduzieren und mit Salzsäure Furfurol abspalten: die Oxycellulosen.

Die Nitrierungsprodukte von der Cellulose und ihre industrielle Verwendung sind bekannt. Während Stärke mit starken Oxydationsmitteln behandelt Oxalsäure liefert, tut dies Cellulose bei höherer Temperatur mit Alkalien. Die natürlich vorkommenden Hemicellulosen bilden bei ihrer Spaltung reichlich Pentosen.

Besonders erwähnenswert ist das allerdings alte Bestreben, die Cellulose zur Spiritusgewinnung heranzuziehen; trotz vieler Patente ist bis jetzt kein durchschlagender Erfolg bekannt geworden. Dagegen werden in Schweden die Ablaugen der Sulfitcellulosefabrikation mit Erfolg auf Spiritus verarbeitet.

ϑ) Die Pentosane $(C_5H_8O_4)_n$. Wir finden diese den Kohlenhydraten ähnlichen Körper fast in allen Pflanzen und wissen, daß sie in den Rohstoffen für die Hefenindustrie in nicht unbeträchtlichen Mengen vorkommen. Die Pentosane bilden eine der Stärke und Cellulose analoge Gruppe und bei der Hydrolyse Zuckerarten (Arabinose und Xylose) der Formel $C_5H_{10}O_5$, die wohl Fehlingsche Lösung reduzieren, aber nicht vergärbar sind. Charakteristisch für sie ist ihr Zersetzungsprodukt bei der Destillation mit Salzsäure: das Furfurol, das somit indirekt wieder den Nachweis von Pentosanen oder Pentosen gestattet. Da die Oxydationsprodukte der Cellulose, die Oxycellulosen, mit Salzsäure ebenfalls Furfurol bilden, dürfte nach des Verfassers Erachten die Mutmaßung nicht unberechtigt sein, daß zwischen Pentosanen und Stärke (Cellulose) ein

Zusammenhang besteht, dessen Aufklärung sehr bedeutsam werden dürfte. Die Formel der Beiden unterscheidet sich durch eine Formaldehydgruppe. Es könnte also bei der Kondensation des aus Kohlensäure gebildeten Formaldehyds unter bestimmten Umständen nur die kohlenhydratähnliche Gruppe mit 5 Kohlenstoffatomen entstehen. Oder aber, was der Verfasser eher glaubt, annehmen zu sollen, der Vorgang dürfte sich so abspielen, daß ursprünglich als Kondensationsprodukte aus Formaldehyd nur die Kohlenhydrate mit 6 Kohlenstoffatomen z. B. Stärke entstehen. Durch Hydrolyse geht diese wieder in Lösung, teilt sich dem Säftelauf mit und wird unter Wasserabspaltung als Stärke wieder abgelagert. Bei diesem Prozeß könnten sich nun aus 5 Molekülen Stärke unter Abspaltung eines Wassermoleküls 6 Moleküle Pentosan bilden:

$$5(C_6H_{10}O_5)_x = 6(C_5H_8O_4)_x + xH_2O.$$

Unter Wasseraustritt muß sich auch die Furfurolbildung aus Pentosanen und Pentosen vollziehen; da sich Furfurol auch aus Cellulose nach vorhergegangener Oxydation beim Behandeln mit Salzsäure (wie bei Pentosanen) bildet, so muß voraussichtlich die Oxycellulose schon ein pentosanähnlicher Körper sein. Denn nehmen wir an, die Furfurolbildung vollziehe sich aus Cellulose und Salzsäure direkt, dann müßten nach der Formel

$$(C_6H_{10}O_5)_x = xC_5H_4O_2 + xHCOH + x(2H_2O)$$

Wasser und die Formaldehydgruppe abgespalten werden. Die Cellulose wird also diese schon bei der Überführung in Oxycellulosen verloren haben, die ja Fehlingsche Lösung ebenso reduzieren, wie die Pentosane und Pentosen. Die Oxycellulosen könnten also wohl kohlenhydratähnliche Körper, aber mit 5 Kohlenstoffatomen sein, die bei ihrer Spaltung mit Salzsäure Furfurol liefern. Die sechste Formaldehydgruppe scheint also unter Umständen beim Aufbau der Cellulose loser gebunden oder unter bestimmten Verhältnissen anders angelagert zu sein, so daß sie nicht nur leichter der Oxydation unterliegt, sondern auch bei der Bildung von Pentosanen gegebenenfalls sich umlagert und anlagert. Nicht unmöglich ist dann auch, daß die Pentosane wieder umwandlungsfähig in die Kohlenhydrate mit 6 Kohlenstoffatomen sind in Umkehrung obiger Formel:

$$6(C_5H_8O_4)_x + xH_2O = 5(C_6H_{10}O_5)_x.$$

Ein Zusammenhang zwischen Pentosanen und Hexosanen besteht sicher, nachdem der gemeinsame Kohlenhydratcharakter den gleichen Ursprung aus Formaldehyd zur Voraussetzung haben muß und die Furfurolbildung aus Cellulose nach vorangegangener Oxydation wie aus Pentosanen direkt durch Behandlung mit Salzsäure doch leichter denkbar ist, wenn die Oxycellulose bereits pentosanähnlichen Aufbau hat. Die Möglichkeit außerdem, daß die Pentosane durch Umlagerung Hexosane geben können, hält der Verfasser deshalb für gegeben, weil die verhältnismäßig großen Gehalte der Rohstoffe an den unvergärbaren Pentosanen und Pentosen in der Vergärung der Maischen nicht zum Ausdruck kommen. Gerade in der Schlempeverarbeitung, glaubt der Verfasser, müßte der Beweis für die Möglichkeit des Übergangs von Pentosanen in Hexosanen gegeben sein, denn sonst wäre es nicht denkbar, viele Monate lang damit zu arbeiten: die Schlempe müßte schon nach einigen Tagen sich an diesen unvergärbaren Kohlenhydraten so anreichern, daß sie nicht weiter verwendet werden könnte, ohne daß die Vergärung der Maischen sehr

zu wünschen übrig ließe. Das ist aber nicht der Fall. Es muß also sich das Pentosan unter gegebenen Bedingungen in Hexosan wieder umbilden oder umlagern können, wenn nicht auch hier ein spezielles Enzym seine unbekannte Macht ausübt. Der Keimungsvorgang wird sicher auch mit dem Pentosangehalt fertig, der vielleicht wegen seiner erschwerten Angreifbarkeit eine Art eisernen Bestand den leichter zugänglichen, eigentlichen C_6-Kohlenhydraten gegenüber darstellt.

b) Die Bestimmung der Kohlenhydrate.

α) Bestimmung der Stärke als solche. Die Untersuchung eines Rohstoffes auf seinen Gehalt an Stärke kann auf dreierlei Weise in Angriff genommen werden. Man gewinnt die Stärke als solche oder als Verbindung, oder bestimmt sie durch Polarisation. Es ist hier gleich zu bemerken, daß wir unterscheiden müssen zwischen Gehalt an „Stärkestoff" und „Stärkewert". Ersterer gibt zum Beispiel Stärkefabriken direkt die gewinnbare Menge „Stärke" an, letzterer aber dem Brenner und Hefenfabrikanten einen Anhaltspunkt über die Menge der direkt oder indirekt durch die Verarbeitung vergärbaren Kohlenhydrate, also Stärke und Zucker. Unter letzterem wird meist auch die Gruppe der Pentosane mitbestimmt.

Als reine Stärkebestimmung ist die von Lindet zu erwähnen, der sie in der Wochenschr. f. Brauerei 1896, S. 1309 beschrieben hat. Er befreit zunächst die Stärke von einschließendem Gluten durch Digerieren der gemahlenen Rohsubstanz mit salzsaurer Pepsinlösung und gewinnt dann durch Ausschlämmen im Seidenbeutel die Stärke, die mit reinem Bimssteinpulver gemischt, bei 105° getrocknet und gewogen wird. Diese Methode ermöglicht die Bestimmung der Stärke neben viel Zucker.

Als Stärkeverbindung wird die Stärke in den Methoden von Baumert-Bode und Albert Kaiser abgeschieden und bestimmt. Die erste (beschrieben in der Zeitschr. f. angew. Chem. 1900, S. 1074 u. 1111), geht von der auch schon von anderer Seite benutzten Beobachtung aus, daß Stärke sich in wässeriger Natronlauge löst, aber auf Zusatz von Alkohol sich quantitativ abscheidet, also in alkoholischer Natronlauge unlöslich ist. Die zerkleinerte Rohfrucht wird mit Wasser zur Lösung des Zuckers digeriert, dann vom Wasser getrennt und mit frischem Wasser unter Druck verkleistert. Nach Auffüllen auf ein bestimmtes Volumen, wird ein gewisser Teil desselben mit 10 proz. Natronlauge und darnach unter Zusatz von etwas feinem Asbest mit Alkohol versetzt. Der Niederschlag wird im Soxhletfilterrohr abfiltriert und mit so viel Salzsäure und Alkohol gewaschen, als die Zersetzung der Natriumverbindung erfordert, zum Schluß nur mit Alkohol und Äther, bei 120 bis 130° getrocknet und gewogen. Darnach wird der Niederschlag im Luftstrom verbrannt und der Rückstand gewogen. Die Differenz beider Wägungen ist die Stärke.

Albert Kaiser (Chemiker-Ztg. 1902, S. 180) fällt die Stärke als Jodverbindung bei Gegenwart von essigsaurem Natrium, zersetzt die Jodstärke mit etwas Kalilauge, wäscht mit Alkohol-Essigsäure, Alkohol, Äther aus, trocknet bei 120° und wiegt. Ein etwaiger Rückstand der abgeschiedenen Stärke beim Lösen muß in Abrechnung gebracht werden.

Die polarimetrischen Methoden, die am schnellsten zum Ziele führen könnten, haben nur den Nachteil, daß sie meist zu hohe Stärkewerte ergeben,

weil außer Stärke durch die in Anwendung kommenden Lösungsmittel bei der Untersuchung von Rohstoffen nicht unbeträchtliche Mengen anderer Stoffe in Lösung gehen, die polarimetrische Wirkung haben. Teilweise wird Salicylsäure (Baudry), teils konzentrierte Salzsäure (Effront), teils Kalilauge (Crispo) zur Lösung der Stärke benutzt. Es dürfte vielleicht hier von Interesse sein, eine Methode zu erfahren, die, wie dem Verfasser 1896 ein sehr gewandter französischer Gärungschemiker mitteilte, damals allgemein in Frankreich angewandt und als sicher angesehen wurde.

2,5 g feingemahlenes Korn werden mit 8 ccm Feinsprit und 30 ccm 30proz. Salzsäure übergossen und verrieben; dann wird mit 15proz. Salzsäure in ein 100 ccm-Kölbchen gespült und auf 100 aufgefüllt. Nun werden nach dem Umschütteln 5 ccm einer 5proz. Tanninlösung zugegeben. Nach genügendem Schütteln wird abfiltriert und polarisiert. Als Korrektionsprobe übergießt man 2,5 g der feingemahlenen Rohsubstanz mit 30 ccm $^1/_5$ n-Salzsäure, läßt etwas stehen, spült mit $^1/_5$ n-Salzsäure ins 100 ccm-Kölbchen, füllt zur Marke mit $^1/_5$ n-Salzsäure auf, schüttelt durcheinander, gibt 5 ccm der Tanninlösung zu, schüttelt wieder, filtriert und polarisiert.

Eine 10proz. reine Stärkelösung ergab eine Polarisation von $+ 176{,}4^0$. Setzte man nun für die erste Polarisation R, für die zweite (Korrektion) C, so ergab sich die Formel: Stärke $= \frac{4\,(R - C)\,1{,}05}{176{,}4} \cdot 100$ in 100 g Rohstoff.

So sehr dem Verfasser die Vorzüge dieser Methode geschildert wurden, die Arbeit mit der konzentrierten Salzsäure und die nicht absolut sichere Drehungszahl von $176{,}4^0$ haben ihn immer von ihrer Benutzung abgehalten. Er kann nicht annehmen, daß die Einwirkung der konzentrierten Salzsäure auch bei Zimmertemperatur auf den feingemahlenen Rohstoff sich nur auf dessen Stärkegehalt ausdehnt und daß deshalb die Korrektion für Zucker genügend sein sollte. Für die Gärungsindustrie ist ja auch nur der Gesamtgehalt der Rohstoffe an direkt oder indirekt gärungsfähigen Kohlenhydraten wissenswert und wichtig, weshalb wir dazu übergehen können.

β) Die chemische Bestimmung des Stärkewertes. Bei Ermittelung des Stärkewertes wird allerdings mit der Stärke noch der bereits vorhandene Zucker und Pentosangehalt mitbestimmt. Doch werden Zahlen erhalten, die jene der polarimetrischen Methoden an Richtigkeit und Zuverlässigkeit übertreffen. Neuerdings hat ja Parow (Brennereiztg. 1909, S. 833) eine Stärkebestimmung für Mais auf polarimetrischem Wege veröffentlicht, die annähernde Übereinstimmung mit der chemischen Methode gibt. Lintner gab desgleichen (Zeitschr. f. d. ges. Brauereiwesen 1907, S. 109) eine polarimetrische Bestimmung der Stärke in Gerste an, bei der er Salzsäure verwendet. Für Gerste scheinen seine Angaben zu stimmen, für Roggen z. B. kann man dabei größere Abweichungen gegenüber der chemischen konstatieren.

αα) Die Hydrolysierung der Stärke mit Mineralsäuren. Dieselbe beruht darauf, daß Stärke bei längerer Behandlung mit Säure, besonders Salzsäure restlos in Dextrose übergeht. Doch ist der Vorgang in mancher Beziehung von der Konzentration der angewandten Substanzen abhängig, so daß, um richtige Zahlen zu erhalten, bestimmte Verhältnisse innegehalten werden müssen. Der Prozeß, der sich nach der Formel

$$C_6H_{10}O_5 + H_2O = C_6H_{12}O_6$$

abspielen dürfte, müßte also auf 90 Tle. Stärke 100 Tle. Dextrose liefern. Die zur Untersuchung gelangende Stärke aus dem Rohstoffe ist aber selbst in technisch reinstem Zustande nicht so rein, daß dieses Verhältnis zutreffen könnte. Man legt der Rechnung dann das Verhältnis 94 : 90 zugrunde und nur wenn es sich darum handelt, Rohstoffe direkt auf Stärke zu analysieren, wird Dextrose zu Stärke gleich 100 : 90 gesetzt. Da die bei der Hydrolysierung des Stärkegehalts in Lösung gehenden anderen Stoffe ebenfalls Kupferlösung reduzierende Körper bilden, ist dieser Ausgleich nötig, um nicht zu hohe Stärkewerte zu erhalten. Um aus Rohstärke ihren Gehalt an Reinstärke zu erfahren, werden nach Maercker in einem Glaskolben 3 g derselben mit 200 ccm Wasser verkleistert und dann unter Zugabe von 15 ccm 25 proz. Salzsäure in einem Wasserbade $2^1/_2$ Stunden gehalten; ein dem Kolben aufgesetztes Glasrohr, etwa 1 m lang, verhindert ein Eindunsten der Flüssigkeit oder Salzsäureverluste. Nach annähernder Neutralisation der erkalteten Flüssigkeit wird auf $^1/_2$ Liter verdünnt und in 25 ccm des Filtrats die Dextrose bestimmt. Diese Vorschrift ist aber nicht verwendbar, wenn es sich darum handelt, den Stärkewert in der Rohfrucht zu bestimmen. Die Pentosane und die Cellulose geben bei der Inversion des Stärkegehaltes wohl reduzierende, aber direkt gärungsunfähige Körper. Nur wenn bei Anwendung dieser Methode für die Rohfruchtuntersuchung die Pentosane bestimmt und am gefundenen Stärkewert in Abzug gebracht werden, erhält man einigermaßen richtige Zahlen. Aber die trotzdem unvermeidbaren Fehler waren es, die dazu drängten, der Inversion nur die verkleisterte oder gelöste Stärke und den vorgebildeten Zucker zu unterziehen.

$\beta\beta$) Die Aufschließung der Stärke mit Hochdruck. Diese zuerst in Anwendung gebrachten Methoden sehen eine Erhitzung der Stärke im geschlossenen Gefäß, also unter Druck vor (als Analogie zu dem in der Praxis üblichen Aufbereitungsverfahren), bei der, um die Zerstörung des vorgebildeten Zuckers zu vermeiden, kleine Säuregaben (nach Reinke Milchsäure oder Weinsäure, nach Wiley Salicylsäure) nötig waren. Die Aufschließung erfolgte entweder im Soxhletschen Dampftopf oder in der Lintnerschen Druckflasche. Aber die dem Hochdruck entsprechenden Temperaturen verursachen doch Verluste an angegriffenem Zucker oder Überzahlen wegen der in Lösung gebrachten Pentosane. Man hat deshalb auch diese Methode verlassen und die Aufschließung der Stärke so bewerkstelligt, daß Fehlerquellen obiger Art vermieden werden.

$\gamma\gamma$) Die diastatische Stärkeaufschließung. Diese Methode geht von der Verkleisterung bei Siedetemperatur und der Verzuckerung des abgekühlten Kleisters mit Malzauszug aus. Es sind in den einzelnen Instituten eigene Methoden im Gebrauch, die aber im großen und ganzen nur geringfügige Arbeitsunterschiede aufweisen dürften, da die Resultate gut übereinstimmen. Der Verfasser benutzte stets die nachfolgende Methode Maerckers, deren Resultate sich gut mit denen der Analysen der verschiedenen Institute deckten. Nach Maercker wird so verfahren: Der zur Verwendung gelangende klarfiltrierte Malzauszug wird erhalten durch 2stündige Schüttelmaceration von 100 g Malz mit 1 Liter Wasser. 3 g der zu untersuchenden feingemahlenen Substanz werden $^1/_2$ Stunde in 100 ccm Wasser gekocht. Nach Abkühlung auf 65° C gibt man 10 ccm Malzauszug zu, hält 2 Stunden bei 65°, kocht wieder $^1/_2$ Stunde, kühlt wieder auf 65° C ab, digeriert nach Zugabe von

weiteren 10 ccm Malzauszug noch einmal eine $^1/_2$ Stunde bei 65°, kocht auf, kühlt ab und füllt zu 250 ccm auf. Von der filtrierten Flüssigkeit werden 200 ccm mit 15 ccm 25proz. Salzsäure wie vorher bei „Hydrolysierung der Stärke mit Mineralsäuren" angegeben invertiert, nach Abkühlung fast neutralisiert und auf 300 ccm aufgefüllt, wovon 25 ccm zur Dextrosebestimmung verwendet werden. Fettreiche Rohstoffe werden zweckmäßig vorher entfettet, ehe sie auf Stärke untersucht werden.

Gleichzeitig mit obiger Probe invertiert man 50 ccm auf 200 ccm verdünnten Malzauszug mit 15 ccm 25proz. Salzsäure wie oben angegeben, füllt auf 250 ccm auf und bestimmt in 25 ccm die Dextrose. Bezeichnet man die den 25 ccm der invertierten Stärkelösung und des Malzauszugs entsprechenden gefundenen Dextrosemengen mit a und b, so gilt für die Berechnung der Stärkewerte in Prozenten der Rohsubstanz die Formel:

$$(15a - 4b)\,30.$$

Die nach dieser Methode erhaltenen Resultate sind oft ganz bedeutend kleiner als diejenigen, erhalten aus der Aufschließung der Stärke unter Hochdruck. Um nun zu vermeiden, daß sich bei der Arbeit ohne Hochdruck vielleicht Spuren von Stärke der Aufschließung entziehen und bei solcher mit Hochdruck Stoffe in Lösung gehen, die das Resultat nach oben beeinflussen könnten, schlug Lintner (Zeitschr. f. angew. Chem. 1898, S. 726) eine Methode vor, die die Vorzüge beider vereinigen soll. Wenn auch die darnach erzielten Zahlen höher als die nach Maerckers und niedriger als die nach Reinkes Arbeitsweise sind, so haben doch weitgehende Versuche in dieser Richtung ergeben, daß man mit der Diastasemethode der Wahrheit am nächsten kommt, da nur geringe Mengen von Pentosanen in Lösung gehen, und daß man mit allen Methoden brauchbare Zahlen dann erhält, wenn man vom gefundenen Stärkewert den gelösten Pentosangehalt in Abzug bringt, dessen Ermittelung weiter unten besprochen wird. Infolgedessen muß das Ergebnis der Untersuchung des gleichen Materials nach allen Methoden um so übereinstimmender sein, je pentosanärmer es ist. Deshalb ist auch, um alle Weiterungen zu umgehen, die Diastasemethode zu empfehlen, die den Einfluß der Pentosane am meisten ausschaltet und deshalb die richtigsten Resultate gibt. Der Verfasser hat versucht, diese kleinen Fehler dadurch auszuschließen, daß er bei der Diastasemethode das Erwärmen auf 100° vermied, nur feinsten Schrot verwendete, 3 Stunden bei 65° hielt, zum Schluß statt auf 100° nur auf 75° erhitzte und dabei $^1/_2$ Stunde beließ. Die Stärkewerte fielen dabei — ohne daß Stärkeverluste nachgewiesen werden konnten — etwas niedriger aus als bei der üblichen Diastasemethode, in einigen Analysen 1,5 bis 2,5 Proz.; Verfasser hat diese Proben auch gemacht, um den Stärkewert mehr in Anlehnung an die Praxis zu erhalten, da ja eigentlich in der Preßhefenfabrikation nur Mais mit Hockdruck behandelt wird, für den Dr. Frank-Kamenetzky (Chem.-Ztg. 1908, Nr. 14) eine optische Methode angab mittels des Zeissschen Eintauchrefraktometers, die an Hand der von ihm angegebenen Tabelle scheinbare Stärkewerte gibt, die mit denen der üblichen Diastasemethode annähernde Übereinstimmung zeigen. Außerdem ist nach des Verfassers Erachten durchaus richtig, daß die sehr feine Schrotung des Materials den Hochdruck bei der Stärkewertbestimmung unnötig macht, so daß dieser ganz entbehrlich ist und die Diastasemethode mit Recht als beste ihren Platz behauptet.

Es wäre interessant zu untersuchen, ob die Vermeidung der Siedetemperatur, wie oben bemerkt, wirklich deshalb niedere Zahlen ergibt, weil die Pentosane nicht in Lösung gehen.

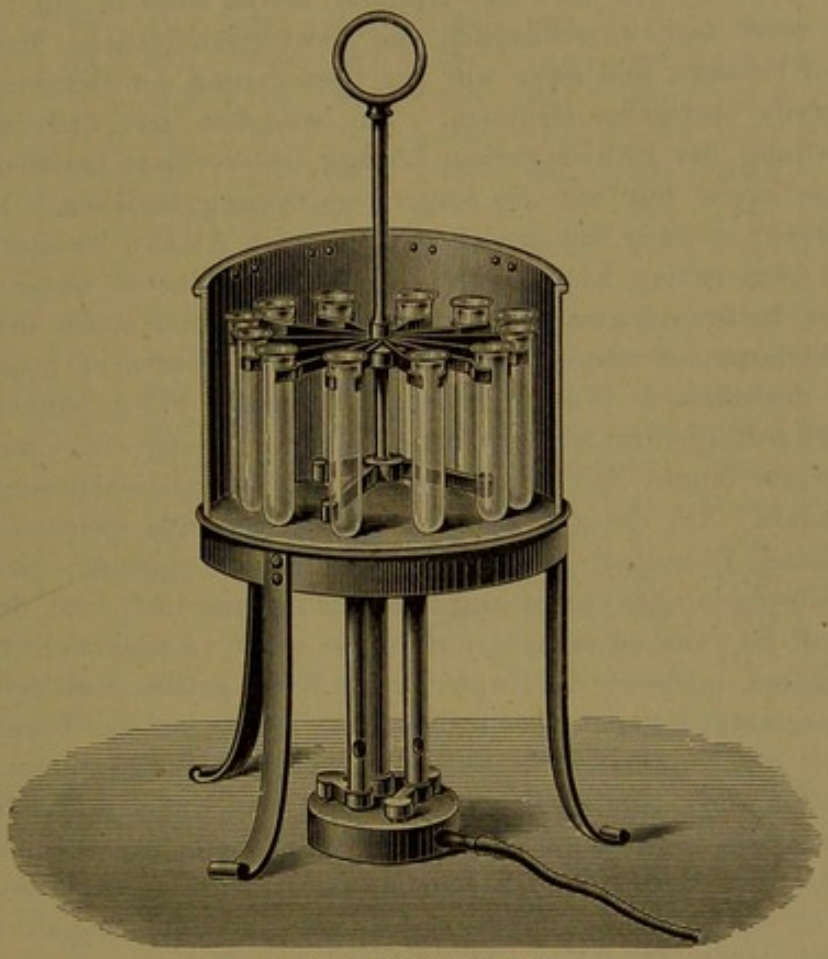
$\delta\delta$) Die gärungsphysiologische Stärkewertbestimmung. Es lag eigentlich nahe, den Stärkewert festzustellen, indem man eine bestimmte Menge des Rohproduktes diastatisch aufschloß und vergären ließ. Es ist auch kein Zweifel, daß diese Methode den richtigen Stärkewert ergeben müßte, da hierbei alle gärungsunfähigen Körper von selbst ausscheiden, die bei den übrigen Methoden Fehlerquellen bedeuten. Es sind auch verschiedene Methoden ausgearbeitet worden, die aber durch die Notwendigkeit eines Kontrollversuches mit dem zur Verzuckerung der Stärke des Rohstoffes verwendeten Malzauszug etwas kompliziert sind. Eine von Delbrück und Munsche 1894 ausgearbeitete Gärungsmethode hat sich für Reinstärken als gut erwiesen, aber nicht eingebürgert, ebensowenig wie eine von Effront angegebene Arbeitsweise. Je ähnlicher man die Versuchsbedingungen mit der Praxis gestalten könnte, desto sicherer müßte das Ergebnis werden. Eine Hauptschwierigkeit ist die Verzuckerung bzw. Hydrolyse der Stärke für die Vergärung, weil die dazu gebotene Verwendung von Malzauszug die lästigen Kontrollversuche mit diesem nötig macht und dazu hindert, die zur Sterilisierung der Lösung gebotenen hohen Temperaturen zu wählen, die eben die nachwirkende Kraft des wirksamen Teiles des Malzauszuges wieder hemmen würden. All diesen Mängeln will Boidin mit einer 1906 angegebenen Methode aus dem Wege gehen: er umgeht die Verzuckerung durch Malzauszug, besorgt das durch einen zuckerbildenden Pilz und kann infolgedessen absolut steril arbeiten und vergären. So durchgearbeitet und verallgemeinerungsfähig ist sie aber noch nicht, wie eine Methode sein muß, die für die Zwecke der Praxis rasch und sicher arbeiten soll. Deshalb müssen wir — ehe das Ideal der Stärkewertbestimmung durch Gärung auch in entsprechender Ausarbeitung und Anpassung für alle Rohstoffe vorliegt — immer wieder auf die Diastasemethode zurückgreifen.

γ) Bestimmung der Dextrine. Auf Grund der Stellung dieser Körper zwischen Stärke und Zucker muß von vornherein die Schwierigkeit einleuchten, sie als solche bestimmen zu wollen. Sie reduzieren je nach dem Grade der Annäherung an die Zuckerarten oder vielleicht nach dem Grade ihrer Mischung mit ihnen die Kupferlösung, so daß auch die Absicht nicht zum Ziele führt, sie als Differenz zu bestimmen zwischen dem Reduktionsergebnis vor und nach der Inversion. Möglich, daß mit dem Ausbau der gärungsphysiologischen Methoden auch hier durch Anwendung bestimmter Hefenrassen bestimmte Werte sich ermitteln lassen, was aber so lange wohl als ausgeschlossen betrachtet werden kann, als das Gebiet zwischen Stärke und Zucker nicht einwandfrei und sicher erforscht ist.

δ) Bestimmung der Zuckerarten. $\alpha\alpha$) Dextrose. Die Bestimmung derselben gründet sich auf die Tatsache, daß sie alle Fehlingsche Lösung reduzieren. Diese selbst ist eine stark alkalische Seignettesalz-Kupfervitriollösung von ganz bestimmter Zusammensetzung, wenn überhaupt gleichbleibende Werte gefunden werden sollen. Letzterer Umstand ist nach den vielen umfangreichen Arbeiten auf diesem Gebiete an so viele Bedingungen gebunden, daß diese chemische Prüfung an Wichtigkeit und Wert sehr eingebüßt hat, zumal sie uns eigentlich nur in der Dextrosebestimmung praktischen Nutzen

darbietet, wie wir sie oben bei der Stärkebestimmung schon kennen lernten. Geben auch Lösungen von reinen, verschiedenen Zuckerarten unter bestimmten Verhältnissen und Vorsichtsmaßregeln bestimmte Reduktionszahlen für Fehlingsche Lösung, so scheidet hier doch dieser Fall ganz aus, weil für die in Betracht kommenden Untersuchungen für die Praxis meist Gemische vorliegen, die, um einigermaßen richtige Werte für die Gärungsmöglichkeit zu haben, zuerst in eine Zuckerart übergeführt werden müssen. Deshalb hat auch nur die Dextrosebestimmung einen Wert. Der Zucker der Melasse wird vor der Verarbeitung ja durch Inversion in Dextrose übergeführt; die übrigen für die Hefenfabrikation noch in Betracht kommenden Zuckerlösungen (die

Fig. 12.



Reischauers Apparat.

Maischen aus Getreide und stärkehaltigen Rohstoffen) enthalten wohl Maltose und Dextrine, aber beide nebeneinander genau zu bestimmen ist unmöglich und schon deshalb nicht nötig, weil ja auch die Dextrine vergoren werden und deshalb die Bestimmung beider zusammen als Dextrose richtiger ist, wenn der vergärungsfähige Bestandteil bestimmt werden soll. Die Dextrosebestimmung selbst wieder kann auf zweierlei Art erfolgen, auf maßanalytischem oder gewichtsanalytischem Wege.

Der erstere ist der für die Praxis am wenigsten begangene Weg und hat den Nachteil, daß immer erst Vorproben gemacht werden müssen, wenn bei der definitiven Titration ein genaues Resultat erhalten werden soll. Eine Verbesserung der Genauigkeit bedeutet die Methode, nach der Reduktion auf 250 ccm aufzufüllen, absetzen zu lassen und in einem Teil der klaren Flüssig-

keit, die mit Schwefelsäure angesäuert und mit Jodkalium versetzt wird, das ausgeschiedene Jod mit $^1/_{10}$-Natriumthiosulfat- und Stärkelösung als Indikator zu titrieren (Lehmann, Chem. Zentralbl. 1897, S. 233; Maquenne, laut Wochenschr. f. Brauerei 1899, S. 33; Schoorl, Zeitschr. f. angew. Chem. 1898, S. 633).

Für die Praxis kann die Reischauersche Methode rasch ein ziemlich genaues Resultat ergeben; auf Grund eines Vorversuches bestimmt man die Reduzierungsfähigkeit von 5 ccm der Zuckerlösung annähernd und gibt dann in 6 bis 10 Reagenzgläschen zu je 5 ccm der Zuckerlösung um $^1/_{10}$ ccm differierende Mengen Fehlingscher Lösung, läßt die Röhrchen 20 Minuten in siedendem Wasser, um dann nachzusehen, in welchem die Fehlingsche Lösung völlig verbraucht ist. Den Apparat hierzu siehe in Fig. 12 (a. v. S.).

Sonst wird fast ausschließlich die gewichtsanalytische Methode vorgezogen und benutzt, und zwar nur zur Bestimmung der Dextrose aus oben bereits erörterten Gründen. Zu bemerken ist, daß in der Herstellung der Fehlingschen Lösung Unterschiede bestehen, die sich aber meist nur auf die Seignettesalzlösung beziehen. Für unsere Zwecke werden die zwei Lösungen nach Allihn bereitet wie folgt: 34,64 g reines Kupfersulfat (Kristallisierenlassen unter Umrühren aus heißgesättigter Lösung und Lufttrockenmachen der zwischen Filtrierpapier ausgepreßten Kristallmasse) werden zu genau 500 ccm in destilliertem Wasser gelöst; andererseits 173 g Seignettesalz und 125 g Kalihydrat zu 500 ccm. Man bereite sich nicht mehr Lösung als für kurze Zeit Bedarf ist, da die Seignettesalzlösung sich verändert. Da die zur Prüfung auf Zucker aus gleichen Teilen der beiden Lösungen gemischte Fehlingsche Lösung nach neueren Untersuchungen nicht unempfindlich gegen Luft bzw. deren Sauerstoff ist, verließ man daraufhin die sonst so praktischen Porzellanschalen, in denen die Kupferlösung in zu großer Oberfläche der Luft ausgesetzt ist, mit denen aber sonst wegen der deutlichen Sichtbarkeit des Kupferoxyduls auf dem weißen Grunde sehr genau zu arbeiten war. Kjeldahl ging sogar so weit, während des Reduktionsprozesses indifferente Gase durchzuleiten und erhöhte dadurch zwar die Umständlichkeit aber auch nach gewordenen Mitteilungen die Genauigkeit. Grundbedingung bei jeder Arbeit ist die Einhaltung der bestimmten Vorschrift, da kleine Abweichungen z. B. in der Kochdauer nicht ohne Einfluß auf die Reduktion sind.

Fig. 13.

Soxhlets Filterröhrchen.

Zum Abfiltrieren des Kupferoxyduls benutzt man die Soxhletschen Filterröhrchen, Fig. 13, die auf einem kleinen Platinkonus eine 1 bis 1,5 cm hohe Schicht von Asbest enthalten, der nacheinander mit konzentrierter Salpetersäure und Kalilauge ausgekocht wurde. Jedenfalls ist die erste damit ausgeführte Bestimmung zu verwerfen, da trotz des Auskochens der Asbest noch anfänglich kleine Gewichtsverluste erleidet. In einem uhrglasbedeckten Becherglase mischt man je 30 ccm der beiden Fehlingschen Lösungen mit 60 ccm destilliertem Wasser und erhitzt zum Sieden. Nun läßt man 25 ccm der so weit verdünnten Zuckerlösung, daß sie etwa 1 Proz. enthält, so rasch in die lebhaft kochende Kupferlösung zufließen, daß diese nicht aus dem Sieden kommt, in dem man sie genau 2 Minuten hält. Mit Hilfe einer Wasserluftpumpe saugt man die reduzierte Fehlingsche Lösung mit dem

Tabelle III.

Bestimmung des Traubenzuckers (Dextrose) nach Allihn.

mg Kupfer	mg Dextrose	mg Kupfer	mg Dextrose	mg Kupfer	mg Dextrose	mg Kupfer	mg Dextrose	mg Kupfer	mg Dextrose	mg Kupfer	mg Dextrose
10	6,1	56	28,8	102	51,9	148	75,5	194	99,4	240	123,9
11	6,6	57	29,3	103	52,4	149	76,0	195	100,0	241	124,4
12	7,1	58	29,8	104	52,9	150	76,5	196	100,5	242	125,0
13	7,6	59	30,3	105	53,5	151	77,0	197	101,0	243	125,5
14	8,1	60	30,8	106	54,0	152	77,5	198	101,5	244	126,0
15	8,6	61	31,3	107	54,5	153	78,1	199	102,0	245	126,6
16	9,0	62	31,8	108	55,0	154	78,6	200	102,6	246	127,1
17	9,5	63	32,3	109	55,5	155	79,1	201	103,2	247	127,6
18	10,0	64	32,8	110	56,0	156	79,6	202	103,7	248	128,1
19	10,5	65	33,3	111	56,5	157	80,1	203	104,2	249	128,7
20	11,0	66	33,8	112	57,0	158	80,7	204	104,7	250	129,2
21	11,5	67	34,3	113	57,5	159	81,2	205	105,3	251	129,7
22	12,0	68	34,8	114	58,0	160	81,7	206	105,8	252	130,3
23	12,5	69	35,3	115	58,6	161	82,2	207	106,3	253	130,8
24	13,0	70	35,8	116	59,1	162	82,7	208	106,8	254	131,4
25	13,5	71	36,3	117	59,6	163	83,3	209	107,4	255	131,9
26	14,0	72	36,8	118	60,1	164	83,8	210	107,9	256	132,4
27	14,5	73	37,3	119	60,6	165	84,3	211	108,4	257	133,0
28	15,0	74	37,8	120	61,1	166	84,8	212	109,0	258	133,5
29	15,5	75	38,3	121	61,6	167	85,3	213	109,5	259	134,1
30	16,0	76	38,8	122	62,1	168	85,9	214	110,0	260	134,6
31	16,5	77	39,3	123	62,6	169	86,4	215	110,6	261	135,1
32	17,0	78	39,8	124	63,1	170	86,9	216	111,1	262	135,7
33	17,5	79	40,3	125	63,7	171	87,4	217	111,6	263	136,2
34	18,0	80	40,8	126	64,2	172	87,9	218	112,1	264	136,8
35	18,5	81	41,3	127	64,7	173	88,5	219	112,7	265	137,3
36	18,9	82	41,8	128	65,2	174	89,0	220	113,2	266	137,8
37	19,4	83	42,3	129	65,7	175	89,5	221	113,7	267	138,4
38	19,9	84	42,8	130	66,2	176	90,0	222	114,3	268	138,9
39	20,4	85	43,4	131	66,7	177	90,5	223	114,8	269	139,5
40	20,9	86	43,9	132	67,2	178	91,1	224	115,3	270	140,0
41	21,4	87	44,4	133	67,7	179	91,6	225	115,9	271	140,6
42	21,9	88	44,9	134	68,2	180	92,1	226	116,4	272	141,1
43	22,4	89	45,4	135	68,8	181	92,6	227	116,9	273	141,7
44	22,9	90	45,9	136	69,3	182	93,1	228	117,4	274	142,2
45	23,4	91	46,4	137	69,8	183	93,7	229	118,0	275	142,8
46	23,9	92	46,9	138	70,3	184	94,2	230	118,5	276	143,3
47	24,4	93	47,4	139	70,8	185	94,7	231	119,0	277	143,9
48	24,9	94	47,9	140	71,3	186	95,2	232	119,6	278	144,4
49	25,4	95	48,4	141	71,8	187	95,7	233	120,1	279	145,0
50	25,9	96	48,9	142	72,3	188	96,3	234	120,7	280	145,5
51	26,4	97	49,4	143	72,9	189	96,8	235	121,2	281	146,1
52	26,9	98	49,9	144	73,4	190	97,3	236	121,7	282	146,6
53	27,4	99	50,4	145	73,9	191	97,8	237	122,3	283	147,2
54	27,9	100	50,9	146	74,4	192	98,4	238	122,8	284	147,7
55	28,4	101	51,4	147	74,9	193	98,9	239	123,4	285	148,3

Fortsetzung der Tabelle III.

mg Kupfer	mg Dextrose	mg Kupfer	mg Dextrose	mg Kupfer	mg Dextrose	mg Kupfer	mg Dextrose	mg Kupfer	mg Dextrose	mg Kupfer	mg Dextrose
286	148,8	316	165,3	346	182,1	376	199,1	406	216,4	435	233,4
287	149,4	317	165,9	347	182,6	377	199,7	407	217,0	436	233,9
288	149,9	318	166,4	348	183,2	378	200,3	408	217,5	437	234,5
289	150,5	319	167,0	349	183,7	379	200,8	409	218,1	438	235,1
290	151,0	320	167,5	350	184,3	380	201,4	410	218,7	439	235,7
291	151,6	321	168,1	351	184,9	381	202,0	411	219,3	440	236,3
292	152,1	322	168,6	352	185,4	382	202,5	412	219,9	441	236,9
293	152,7	323	169,2	353	186,0	383	203,1	413	220,4	442	237,5
294	153,2	324	169,7	354	186,6	384	203,7	414	221,0	443	238,1
295	153,8	325	170,3	355	187,2	385	204,3	415	221,6	444	238,7
296	154,3	326	170,9	356	187,7	386	204,8	416	222,2	445	239,3
297	154,9	327	171,4	357	188,3	387	205,4	417	222,8	446	239,8
298	155,4	328	172,0	358	188,9	388	206,0	418	223,3	447	240,4
299	156,0	329	172,5	359	189,4	389	206,5	419	223,9	448	241,0
300	156,5	330	173,1	360	190,0	390	207,1	420	224,5	449	241,6
301	157,1	331	173,7	361	190,6	391	207,7	421	225,1	450	242,2
302	157,6	332	174,2	362	191,1	392	208,3	422	225,7	451	242,8
303	158,2	333	174,8	363	191,7	393	208,8	423	226,3	452	243,4
304	158,7	334	175,3	364	192,3	394	209,4	424	226,9	453	244,0
305	159,3	335	175,9	365	192,9	395	210,0	425	227,5	454	244,6
306	159,8	336	176,5	366	193,4	396	210,6	426	228,0	455	245,2
307	160,4	337	177,0	367	194,0	397	211,2	427	228,6	456	245,7
308	160,9	338	177,6	368	194,6	398	211,7	428	229,2	457	246,3
309	161,5	339	178,1	369	195,1	399	212,3	429	229,8	458	246,9
310	162,0	340	178,7	370	195,7	400	212 9	430	230,4	459	247,5
311	162,6	341	179,3	371	196,3	401	213,5	431	231,0	460	248,1
312	163,1	342	179,8	372	196,8	402	214,1	432	231,6	461	248,7
313	163,7	343	180,4	373	197,4	403	214,6	433	232,2	462	249,3
314	164,2	344	180,9	374	198,0	404	215,2	434	232,8	463	249,9
315	164,8	345	181,5	375	198,6	405	215,8				

ausgeschiedenen Kupferoxydul rasch ab, wäscht mit heißem Wasser gründlich nach, dann noch mit Alkohol und Äther, trocknet kurz bei 110° im Trockenschrank und reduziert im Wasserstoffstrom zu metallischem Kupfer. Nach dem Erkalten im Wasserstoffstrom und kurzem Belassen des Röhrchens im Exsiccator wird gewogen.

Andere Methoden, wie durch Oxydation des Kupferoxyduls, durch Erwärmen im Luftstrom zu Oxyd, durch seine Reduktion mittels Methylalkohol, durch Elektrolysierung des in Salpetersäure gelösten Oxyduls oder durch Titration des in mit Schwefelsäure angesäuerter Eisenammonalaunlösung suspendierten Oxyduls mit (4,98 g : 100) Chamäleonlösung, sind wohl da und dort einmal in Gebrauch, können aber der obigen so schönen und leichten Methode gegenüber mindestens keine Verbesserung bedeuten. Aus obenstehender Tafel ist die dem gewogenen Kupfer entsprechende Dextrosemenge abzulesen; sie gilt nur für obige Arbeitsweise mit verdünnter Fehlingscher Lösung. Sobald man, wie bei Maltose-, Invertzucker- und Milchzuckerbestim-

mung auch für Dextrose in unverdünnter Lösung arbeiten will, müssen der Umrechnung der Kupferwerte die Dextrosezahlen einer anderen von Wein berechneten Skala zugrunde gelegt werden. (Weins Seignettesalzlösung enthält in $^1/_2$ Liter statt Kalihydrat 51,6 g Natriumhydrat; er reduziert die unverdünnte frisch gemischte Fehlingsche Lösung mit 25 ccm der Zuckerlösung; sonst ist die Arbeit die gleiche wie oben beschrieben.)

$\beta\beta$) Maltose, Invertzucker, Lävulose. Erstere Zuckerart kommt fast allein in Betracht für die mit Diastase bereiteten Maischen aus stärkehaltigen Rohstoffen; aber da sie nie für sich allein, sondern immer neben Dextrinen sich findet, von denen sie nicht zu trennen ist, hat ihre Bestimmung keinen großen Wert, da mit ihr immer Anteile der Dextrine bestimmt werden. Sie vollzieht sich so, daß je 25 ccm der Fehlingschen Lösungen frisch gemischt, nach Zusatz von 25 ccm der etwa 0,8 bis 1,0 proz. Maltoselösung zum Kochen erhitzt und 4 Minuten darin gehalten werden. Das abgeschiedene Kupferoxydul wird wie bei Dextrose weiter behandelt. Da die Reduktionswirkung der Maltose nur etwa $^2/_3$ der der Dextrose ist, sind die dem Kupfer entsprechenden Maltosemengen aus der umstehenden Tabelle Weins abzulesen (Dieselben sind gesammelt zu beziehen in: Tabellen zur quantitativen Bestimmung der Zuckerarten von E. Wein, 1888, Stuttgart bei Max Waag.)

Invertzucker (invertierter Rohrzucker), zur Hälfte aus Lävulose und Dextrose bestehend, kann nach Meißl mit Fehling'scher Lösung bestimmt werden. 50 ccm frisch gemischter Kupferlösung mit einer Menge der Zuckerlösung, die nicht mehr als 0,245 Invertzucker entspricht, versetzt, gemischt, auf 100 ccm verdünnt, werden 2 Minuten im Sieden erhalten. Weitere Behandlung wie bei Dextrose; eine nach Meißls Reduktionsfaktoren von Wein ausgerechnete Tabelle ermöglicht die Ablesung der den Milligramm Kupfer entsprechenden Invertzuckermengen, die mit 0,95 multipliziert den Rohrzuckergehalt geben. Zur Umwandlung von Rohrzucker in Invertzucker löst man den 20 g Invertzucker entsprechenden Rohrzucker in 700 ccm Wasser, gibt 100 ccm 0,72 proz. Salzsäure zu, hält 30 Minuten im Wasserbad, kühlt rasch ab und verdünnt auf 1 Liter (10 ccm etwa = 0,2 g Invertzucker).

Lävulose wird nach Kjeldahl-Fehling gravimetrisch nach Kjeldahls Tabellen bestimmt und berechnet.

$\gamma\gamma$) Physiologische Bestimmung der Zuckerarten. Von ihr gilt das bei dieser Art der Stärkebestimmung bereits Gesagte: die biologische Bestimmung wäre sehr erstrebenswert und ist jedenfalls im Begriff, zu sicheren Methoden ausgearbeitet zu werden. Leicht läge der Fall bei einfachen Zuckerlösungen, die nur eine der bekannten Arten enthalten und für die wir ihre spezifischen Werte der Kohlensäure- und Alkoholbildung kennen. Viel schwieriger ist es, aber um so dankbarer zu begrüßen, wenn es gelingt, mit Benutzung von Reinkulturen bestimmter Rassen durch Rückschluß aus den spezifischen Kohlensäure- und Alkoholbildungsmengen die Menge und Art des vergorenen Zuckers zu bestimmen. Die Versuche dieser Analyse der Zuckerarten mit Hefe den gebührenden Platz zu erobern, reichen bis auf Pasteur zurück, dessen Anregungen sich Arbeiten Delbrücks und seiner Schüler anschlossen, die zurzeit unter der äußerst sachkundigen und geschulten Hand von Paul Lindner so weit gediehen sind, daß wir bestimmte Hefenrassen von bestimmter Reaktionsfähigkeit gegen bestimmte Zuckerarten und gegen benachbarte Dextrine kennen und in Reinzucht haben. Doch sind wir

Tabelle IV.

Bestimmung der Maltose nach E. Wein.

mg Kupfer	mg Maltose	mg Kupfer	mg Maltose	mg Kupfer	mg Maltose	mg Kupfer	mg Maltose	mg Kupfer	mg Maltose	mg Kupfer	mg Maltose
30	25,3	76	65,4	121	105,3	166	145,8	211	185,9	256	226,2
31	26,1	77	66,2	122	106,2	167	146,7	212	186,8	257	227,1
32	27,0	78	67,1	123	107,1	168	147,6	213	187,7	258	228,0
33	27,9	79	68,0	124	108,0	169	148,5	214	188,6	259	228,9
34	28,7	80	68,9	125	108,9	170	149,4	215	189,5	260	229,8
35	29,6	81	69,7	126	109,8	171	150,3	216	190,4	261	230,7
36	30,5	82	70,6	127	110,7	172	151,2	217	191,2	262	231,6
37	31,3	83	71,5	128	111,6	173	152,0	218	192,1	263	232,5
38	32,2	84	72,4	129	112,5	174	152,9	219	193,0	264	233,4
39	33,1	85	73,2	130	113,4	175	153,8	220	193,9	265	234,3
40	33,9	86	74,1	131	114,3	176	154,7	221	194,8	266	235,2
41	34,8	87	75,0	132	115,2	177	155,6	222	195,7	267	236,1
42	35,7	88	75,9	133	116,1	178	156,5	223	196,6	268	237,0
43	36,5	89	76,8	134	117,0	179	157,4	224	197,5	269	237,9
44	37,4	90	77,7	135	117,9	180	158,3	225	198,4	270	238,8
45	38,3	91	78,6	136	118,8	181	159,2	226	199,3	271	239,7
46	39,1	92	79,5	137	119,7	182	160,1	227	200,2	272	240,6
47	40,0	93	80,3	138	120,6	183	160,9	228	201,1	273	241,5
48	40,9	94	81,2	139	121,5	184	161,8	229	202,0	274	242,4
49	41,8	95	82,1	140	122,4	185	162,7	230	202,9	275	243,3
50	42,6	96	83,0	141	123,3	186	163,6	231	203,8	276	244,2
51	43,5	97	83,9	142	124,2	187	164,5	232	204,7	277	245,1
52	44,4	98	84,8	143	125,1	188	165,4	233	205,6	278	246,0
53	45,2	99	85,7	144	126,0	189	166,3	234	206,5	279	246,9
54	46,1	100	86,6	145	126,9	190	167,2	235	207,4	280	247,8
55	47,0	101	87,5	146	127,8	191	168,1	236	208,3	281	248,7
56	47,8	102	88,4	147	128,7	192	169,0	237	209,1	282	249,6
57	48,7	103	89,2	148	129,6	193	169,8	238	210,0	283	250,4
58	49,6	104	90,1	149	130,5	194	170,7	239	210,9	284	251,3
59	50,4	105	91,0	150	131,4	195	171,6	240	211,8	285	252,2
60	51,3	106	91,9	151	132,3	196	172,5	241	212,7	286	253,1
61	52,2	107	92,8	152	133,2	197	173,4	242	213,6	287	254,0
62	53,1	108	93,7	153	134,1	198	174,3	243	214,5	288	254,9
63	53,9	109	94,6	154	135,0	199	175,2	244	215,4	289	255,8
64	54,8	110	95,5	155	135,9	200	176,1	245	216,3	290	256,6
65	55,7	111	96,4	156	136,8	201	177,0	246	217,2	291	257,5
66	56,6	112	97,3	157	137,7	202	177,9	247	218,1	292	258,4
67	57,4	113	98,1	158	138,6	203	178,7	248	219,0	293	259,3
68	58,3	114	99,0	159	139,5	204	179,6	249	219,9	294	260,2
69	59,2	115	99,9	160	140,4	205	180,5	250	220,8	295	261,1
70	60,1	116	100,8	161	141,3	206	181,4	251	221,7	296	262,0
71	61,0	117	101,7	162	142,2	207	182,3	252	222,6	297	262,8
72	61,8	118	102,6	163	143,1	208	183,2	253	223,5	298	263,7
73	62,7	119	103,5	164	144,0	209	184,1	254	224,4	299	264,6
74	63,6	120	104,4	165	144,9	210	185,0	255	225,3	300	265,5
75	64,5										

noch nicht so weit, auf diesen schon wertvollen Aufschlüssen die systematische Trennung der Zerfall- und Abbauprodukte der Stärke auf gärungsphysiologischer Grundlage aufbauen zu können. Es harrt hier ein interessantes Gebiet der Aufschließung, das um so leichter gangbar werden wird, je mehr Licht in dasselbe von der Chemie der Kohlenhydrate fallen wird.

2. Die Eiweißstoffe, ihre Beschreibung und Bestimmung.

Neben der sehr großen Wichtigkeit der Kohlenhydrate für die Gärungsindustrie spielen die Eiweißstoffe eine nicht minder einflußreiche und wichtige Rolle. Wissen wir einerseits, daß die Kohlenhydrate kaum selbst tätig werden, außer in deren chemischer Bestimmung Fehlingscher Lösung gegenüber, so wissen wir anderseits genau, daß das, was wir Eiweiß nennen, in der Natur überhaupt und speziell in unserer Wissenschaft eine selbständige tätige Rolle spielt, der gegenüber die Kohlenhydrate immer der leidende Teil sind. Was wir jedoch von den Eiweißstoffen wissen, steht im umgekehrten Verhältnis zu der ungeheuren Ausdehnung dieses Gebietes. Aber Emil Fischers genialen Gedanken war es beschieden, in seinen bahnbrechenden Arbeiten über die Polypeptide uns den Weg zu weisen zum synthetischen Aufbau eiweißähnlicher Körper. Die dargestellten, durch Kondensation von Amiden gewonnenen Körper haben den Charakter der Peptone, die wir ebenso wie Fischers Ausgangskörper die Amide als letzte Spaltungsprodukte der natürlichen Eiweißstoffe kennen. Trotz diesen denkwürdigen Arbeiten müssen wir aber gestehen, daß wir über das Eiweiß und seine zahlreichen Verwandten weniger als von den Kohlenhydraten wissen, was nach Lage der Dinge nicht allzu tragisch zu klingen braucht. Und doch wird und darf die Wissenschaft hoffen, wenn auch nicht im Sturm, aber Fuß vor Fuß setzend, dieses unbekannte Gebiet zu erobern, von dem wir nur eigentlich die beiden Endstationen richtig kennen.

Gemeinsam ist allen diesen Körpern die Zusammensetzung aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Schwefel; einige weisen auch Phosphor auf. Die Analysen dieser Eiweißstoffe ergeben wohl etwas wechselnde, aber doch so ziemlich einander ähnliche Zahlen, so daß man von einem Eiweißfaktor von 6,25 für gefundenen Stickstoffgehalt spricht. Häufig wird der Eiweißgehalt so aus dem Stickstoff berechnet angegeben, was natürlich keinen Anspruch auf große Richtigkeit machen kann, aber für praktische Zwecke hinreichend genau ist. Allein über den speziellen Aufbau des Eiweißmoleküls wissen wir nichts, außer was wir aus seinen Zersetzungsprodukten bei der Spaltung mit Säuren usw. vermuten dürfen.

Doch muß die Molekulargröße einer sehr hohen Zahl entsprechen; festgestellt ist sie bis jetzt für keine der verschiedenen Eiweißarten mit Sicherheit. Gegen Lösungsmittel verhalten sich dieselben verschieden. Reines destilliertes Wasser scheint als Lösungsmittel ganz auszuscheiden; salzhaltiges (Brunnen-) Wasser kommt schon eher in Betracht. Verdünnte Säuren und Alkalien wirken am meisten als Lösungsmittel; in Alkohol und Äther sind alle Eiweißstoffe unlöslich. Eigentümlich ist der Gruppe der Eiweißstoffe die Fähigkeit, aus ihren Lösungen durch Fällungsmittel oder Kochen abgeschieden werden zu können, so jedoch, daß sie nach der Fällung in ihren früheren

Lösungsmitteln unlöslich geworden sind. Man nennt diese Eigenschaft Gerinnung (Koagulation). Eine totale Änderung der Eigenschaften des Eiweißes beginnt auch sofort mit dem Zerfall oder Abbau ohne Rücksicht auf dessen Ursache.

Von chemischen Reaktionen sind zu nennen: die Fällung des Eiweißes aus schwach essigsaurer Lösung mit Ferrocyankalium, wohl die empfindlichste Fällungsreaktion; außerdem scheiden das Eiweiß aus: Tannin, Pikrinsäure, Mineralsäuren, Brom, Jod und viele Salze der Schwermetalle. Ein Teil dieser Reaktionen wird auch zum Nachweis von Eiweiß in Urin benutzt.

Die Farbreaktionen sind auch ziemlich zahlreich. Besonders bekannt ist die mit Millons Reagens (salpetersaures Quecksilberoxydul mit Spuren salpetriger Säure, erhalten durch Erwärmen von gleichen Teilen Salpetersäure [1,41 spez. Gew. = etwa 67,5 Proz. HNO_3] und Quecksilber und Verdünnen mit dem doppelten Gewicht destillierten Wassers); sowohl gelöstes als koaguliertes Eiweiß färbt sich damit ziegel- bis violettrot. Konzentrierte Salzsäure gibt beim Erwärmen mit Eiweiß Violettfärbung. Mit Salpetersäure erwärmt und durch nachheriges Neutralisieren mit Ammoniak erhalten wir zitronen- bis goldgelbe Färbung (Xanthoproteïnreaktion). Auch mit einer Mischung von Kupfersulfatlösung und Kalilauge erhalten wir eine violettrote Reaktion, die als Biuretreaktion bekannt ist und allen Eiweißarten mit Ausschluß der Amide zukommt. Das Eiweiß zieht überhaupt sehr leicht und gern Farbstoffe an, wobei die Merkwürdigkeit zutage tritt, daß je nach dem mehr alkalischen oder sauren Charakter der Zellteile Farbstoffe sauren oder basischen Charakters bevorzugt werden.

Mit Jod erhält man sehr rasch Gelbfärbung des damit geronnenen Eiweißes, eine Beobachtung, die der Mikroskopiker im Gärungsbetrieb oft genug machen kann. Ein ganz eigenartiges Verhalten zeigt Eiweiß gegen Triacidlösung, eine Komposition, deren Hauptbestandteile Unnas Methylenblau und Eosin sind. Lindner hat daraus eine Methode gemacht, mit der man bei einiger Übung rasch Aufschluß erhalten kann über den mehr oder minder großen Eiweißgehalt von Gerste. Ein Gerstenquerschnitt, in Triacid getaucht und sauber abgespült, zeigt nach 3 bis 5 Minuten vom Rande her grüne Färbung, während das Eiweiß sich rot färbt, was mit dem mehr alkalischen Charakter des letzteren gegenüber dem mehr sauren der bei der Cellulose liegenden Teile zusammenhängt. Bei der Veraschung erhalten wir bei allen Eiweißstoffen Rückstände. Außerdem kommt den Eiweißstoffen eine starke Einwirkung auf das polarisierte Licht zu; sie polarisieren alle stark links.

Was nun die Einteilung der Eiweißstoffe anlangt, so geht es uns ähnlich wie bei den Kohlenhydraten. Mit der Maltose anfangend, haben wir in den Zuckern ausgesprochene Vertreter der Kohlenhydrate, wie sie uns das zerfallende Stärkemolekül liefert. Die Zwischenglieder sind uns am wenigsten bekannt und charakterisiert. Ebenso mit dem Eiweiß. Behandeln wir es mit Säuren oder Alkalien in größerer Verdünnung verschieden lang und bei verschieden hohen Temperaturen, so erhalten wir mehr oder minder verschiedene Spaltungsprodukte von um so bestimmterer Charakterisierung, je mehr sie sich den beiden niedersten Abbaustufen, den Peptonen und Amiden, nähern. Merkwürdig ist die Erscheinung, daß Eiweiß bei sehr schwacher Spaltung in zwei Komponenten zerfällt, von denen nur mehr einer Eiweißart

hat; der andere kann als stickstofffreier Körper den verschiedenartigsten Gruppen der organischen Chemie angehören. Die teilweise als besondere Gruppen aufgeführten Acidalbumine oder Syntonine und die Albuminate behaupten diese Stellung nicht unumstritten. Diese beiden entstehen schon beim Lösen von Eiweiß, erstere in schwachen Säuren und letztere in Alkalien. Beide Arten sind unlöslich in Salzlösungen und Wasser; während aber die Acidalbumine und die Albuminate sich in verdünnter Salzsäure oder Sodalösung auflösen, haben die Albuminate ausgesprochen sauren Charakter. Die Stellung dieser beiden Gruppen zum Eiweiß erinnert lebhaft an die der Dextrine zur Stärke, sie sind noch mehr Eiweiß als Abbauprodukte.

Schon in bestimmteren Konturen zeigen sich die sogenannten Albumosen, die sich schon ganz bedeutend dadurch von dem Eiweiß unterscheiden, daß sie nicht mehr wie Eiweiß durch Kochen gerinnen und sich ausscheiden. Sie sind meist Abbauprodukte bei enzymatischem Angriff auf das Eiweißmolekül und können durch Salze ausgefällt werden. Die Albumosen treffen wir auch fast in allen für die Gärungsindustrie in Betracht kommenden Rohstoffen.

Abkömmlinge des Eiweißes von noch mehr umschriebener Art sind die Peptone, die auch schon durch tierische Membran hindurchzugehen vermögen. Außerdem sind sie weder mehr gerinnbar noch überhaupt ausfällbar durch Zusatz von Salzen. In der Gärung, speziell da, wo es sich um Hefenvermehrung wie in der Hefenfabrikation handelt, spielen sie schon als Stickstoffträger von großer Durchdringungsfähigkeit für die Zelle eine nicht unbedeutende Rolle und stehen den Fischerschen synthetischen Polypeptiden schon nahe. Die Peptone dürften in ihrer Entfernung vom Eiweiß gegenüber Stärke etwa der der Maltose entsprechen.

Die letzten Zerfallprodukte des Eiweißmoleküls, die infolgedessen am längsten bekannt waren und studiert werden konnten, sind die Amidosäuren, die in ihrer Zusammensetzung schon verhältnismäßig einfache chemische Körper darstellen.

Als Endprodukte des Eiweißabbaues können sie sowohl künstlicher Spaltung mit Säuren als solcher durch Enzyme entstammen. Was sie mit ihrem Herkunftsstoff noch gemein haben, ist eigentlich nur noch der Stickstoffgehalt; die Amide gerinnen nicht und sind wegen ihrer leichten Wasserlöslichkeit auch nicht aussalzbar; meist kristallisieren sie schön und durchdringen die Zellenmembram noch leichter als die Peptone. Von den vielen in der organischen Chemie hergestellten und schon lange bekannten Amiden erwiesen sich eine ziemliche Menge als solche, die auch beim Zerfall des Eiweißmoleküls entstehen. Diese wichtige Tatsache machte sie zum Ausgangsmaterial für die Eiweißerforschung und so auch für die Kondensationsprodukte Emil Fischers. So kann man wohl auch bei den Amiden den Vergleich ziehen mit den letzten Hydrolysierungsprodukten der Stärke, der Dextrose und ihren Verwandten, die ja nicht weiter umgewandelt werden können, ohne den Kohlenhydratcharakter zu verlieren und in verschiedene einfache chemische Körper zu zerfallen. Allerdings wissen wir nicht, ob wirklich die Amide bei ihrer Assimilation als solche von den Mikroorganismen aufgenommen werden oder nicht auch weiter dissoziieren, ehe sie zum Aufbau neuen Lebens benutzt werden. Ob wir es hier mit einem ähnlichen Vorgang zu tun haben beim Eiweißaufbau, wie bei dem Kohlenhydrat aus der Kohlensäure über Formaldehyd hinweg, wissen wir nicht, können es aber vermuten,

nachdem wir wissen, mit welch günstigem Erfolg Ammoniak und Salpetersäureverbindungen als Nährstoffe für den Pflanzenaufbau Verwendung finden können. Möglich ist, daß direkt gebotene Amide auch direkt weiter zum Eiweißaufbau benutzt werden: die Tatsache aber, daß die Stickstoff verarbeitenden Bakterien diesen direkt der Luft zu entnehmen vermögen und weiter verarbeiten, läßt doch darauf schließen, daß der Eiweißaufbau ein ähnlich einfaches Ausgangsmaterial hat wie der der Kohlenhydrate aus Kohlensäure. Der Verfasser für seinen Teil glaubt annehmen zu sollen, daß der Formaldehyd auch Ausgangsprodukt für den Eiweißaufbau ist. Wie die Aldehyde mit Ammoniak sich überhaupt zusammenlagern können zu Verbindungen, die allerdings nicht sehr beständig sind, so dürfte vorübergehend als niederste Vorstufe für den Eiweißaufbau Formaldehydammoniak entstehen, der sehr leicht in Wasser löslich und vermutlich auch kondensationsfähig ist und so die Übergangsstufe zu den Amiden und zu deren Kondensationsprodukten bilden könnte. Die Bindung des Schwefels ist jedenfalls sehr locker, der Leichtigkeit nach zu schließen, mit der er abgegeben wird, meist schon als Schwefelwasserstoff. Er dürfte allenfalls als Thioaldehyd bei dem Aufbau in Betracht kommen, um so mehr als diese Körper auch die Polymerisationsfähigkeit der normalen Aldehyde haben. Außerdem wäre denkbar, daß das Aldehydammoniak unter entsprechenden Verhältnissen als Thialdin zur Einlagerung kommt. Da der Schwefelgehalt an und für sich eigentlich gering ist, aber bis jetzt sicher in allem „Eiweiß“ gefunden wurde, so kann man nur annehmen, daß bei manchmal eintretender Umkehrung der Enzymtätigkeit (oder vielleicht beim Wechsel zweier Enzyme) in der wachsenden Pflanze bzw. Zelle, z. B. vorübergehend Reduktionsvorgänge eintreten, die kleine Mengen Thioaldehyd entstehen und bei dem Eiweißbau zur Verwendung gelangen lassen. Sulfate spielen ja eine beliebte Rolle in der Reihe der Nährstoffe für die Zellen und werden vielleicht sowieso unter Reduktion, z. B. zu Calciumsulfhydrat erst löslich gemacht. Außerdem glaubt der Verfasser, daß die Aufnahme des Schwefels zum Schlusse vor sich geht, da er ja allem Anscheine nach am lockersten gebunden ist. Auch bezüglich des Phosphorgehaltes, der allerdings nicht im eigentlichen Eiweiß gefunden wird, sondern bestimmten Mittelgliedern zwischen Eiweiß und den Amiden zukommt, könnte man annehmen, daß seine Einlagerung oder Anlagerung vom Phosphorwasserstoff ausgehend in Frage kommt, der ja eine ganze Reihe wohlcharakterisierter Verbindungen liefert. Jedenfalls liegt sehr nahe anzunehmen, daß die zwei wichtigen Aufbaugruppen, Eiweiß und Kohlenhydrate, ein Anfangsglied gemeinschaftlich haben, aus dem die einen direkt durch Kondensation weiter entstehen, die Eiweißstoffe aber erst nach Angliederung des Ammoniaks an die Aldehydgruppe. Nicht absolut ausgeschlossen ist doch auch der Formaldehyd als mögliches Ausgangsmaterial für die in den Pflanzen allüberall in mehr oder minder großen Mengen sich vorfindenden Fette, die alle als Ester des Glycerins mit organischen Säuren erkannt sind. Allerdings müßte angenommen werden, daß etwa drei Formaldehydmoleküle sich zwei Wasserstoffatomen anlagern und Glycerin bilden würden. Gewiß liegt die Vermutung sehr nahe, daß das Anfangsglied für den gesamten Aufbau gemeinsam sein wird.

Für die Gärung allerdings, besonders für die Hefenfabrikation, ist die Stickstoffdarreichung in Form von Amiden die günstigste; die höher molekularen Eiweißstoffe sind für die Hefe direkt gar nicht angriffsfähig, ihren Wert

erhalten sie für diese erst mit der einem bestimmten Abbaugrad entsprechenden Durchgangsfähigkeit durch die Zellmembran. Deshalb ist es auch Hauptaufgabe der Hefentechniker, die Bedingungen im Eiweißabbau so zu gestalten, daß die Hefe den Stickstoff in direkt assimilierbarer Form zur Verfügung hat. Da der Natur der Hefe nach zu ihrem Aufbau fast ausschließlich Stickstoff in Frage kommt, ist von der Eiweißchemie riesig viel für die Hefenfabrikation zu erwarten, für die also „ihre Zukunft auf dem Eiweiß liegt".

Wir werden das weiter unten noch näher besprechen müssen.

Wenn man, um kurz zu resümieren, eine Aufstellung über die Einteilung der Eiweißstoffe geben wollte, so müßte man nach Lage der Dinge auf die Spezialwerke und die Arbeiten Emil Fischers verweisen; diese Einteilung hätte nur theoretischen Wert für uns, da es nach vorstehendem genügt, zu wissen, daß die Endprodukte der Eiweißzerstörung, die Peptone und Amide, die Stickstofformen darstellen, die für die Gärungsindustrie und auch für uns in Betracht kommen und von Wert sind.

Was die Untersuchung und Bestimmung der Eiweißstoffe anlangt, so ist auf das bei der Gerste hierüber Gesagte zu verweisen. In den wichtigen Formen der Peptone und Amide stellt uns die Natur den geringsten Anteil des pflanzlichen Eiweißes der uns interessierenden Rohstoffe zur Verfügung, so daß es sich für uns nur darum handeln kann, das Eiweiß als Stickstoffgehalt des Rohmaterials zu bestimmen nach Kjeldahl und durch Multiplikation mit 6,25 annähernd das uns zur Verfügung stehende Eiweiß zu errechnen, dessen Abbau uns obliegt und Sache der Fabrikation ist.

3. Die Enzyme.

a) Allgemeines.

Man könnte eigentlich ihrem ganzen chemischen Aufbau nach und ihrem Verhalten entsprechend die Enzyme unter den Eiweißstoffen besprechen, von denen sie sich eigentlich nur durch ihre Eigenschaft unterscheiden, aktiv aufzutreten, Zersetzungs- und Umbildungsprozesse einzuleiten und zu fördern und zu beschleunigen. Die Enzyme bauen sich auf aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff; Schwefel ist sehr selten nachzuweisen. Die meisten chemischen Reaktionen teilen sie mit dem Eiweiß, die Xanthoproteïnbildung, die Färbung mit konzentrierter Salzsäure; sie gerinnen beim Erhitzen oder auf Zusatz der bekannten Mittel. Ihre Reindarstellung ist bis jetzt gescheitert und wird auch aussichtslos sein angesichts der empfindlichen Beschaffenheit dieser aktiven Eiweißkörper. Alle uns bekannten Mittel, Körper voneinander zu trennen, scheiden aus, da jedes von ihnen schon die Vernichtung des Enzyms vor seiner Abscheidung verursachen würde. Außerdem haben sie, wie gesagt, alle Eigenschaften mit Ausnahme der Aktivität mit den Eiweißstoffen gemein, so daß, wenn eine Abscheidung des aktiven, also unbeschädigten Enzyms möglich wäre, wir es sicher nur stark mit Eiweiß und ähnlichen Körpern verunreinigt erhalten würden. So eng verbunden also die Enzyme mit Eiweiß jeder Gruppierung erscheinen, so sicher scheint nun zu sein, daß sie ein vollständig eigenes Dasein fristen und ihre Behandlung und Besprechung unter eigener Rubrik rechtfertigen. Aus zufällig bei Enzymen nachgewiesenen Phosphorsäuregehalten auf einen direkten Zusammenhang von ihnen mit den Nucleoproteïden zu schließen, die

den Aufbau des Zellkerns mit besorgen, gilt vielleicht — ohne daß die Möglichkeit bestritten würde — solange für gewagt, als nicht reines Enzym der Analyse unterliegen kann. Ihrer Tätigkeit nach kann man die Enzyme zu den Stoffen zählen, die einen Vorgang, wenn auch nicht einleiten, so doch vermitteln und begünstigen, ohne eigentlich selbst Arbeit dabei zu verrichten und etwa sich umzusetzen, zu verwandeln, eine Tätigkeit, die wir nach der modernen Chemie den Katalysatoren zuschreiben. Aus dem Begriff geht hervor, daß kleine Mengen des Katalysators unverhältnismäßig große Arbeit leisten können, ja theoretisch unbegrenzt tätig sein müßten, wenn nicht auch hier die Natur dafür gesorgt hätte, daß die Bäume nicht in den Himmel wachsen; denn das Gesetz vom Gleichgewichtszustand scheint auch hier Geltung zu haben und der an und für sich wunderbaren und unerschöpflichen Leistung der Enzyme Machtgrenzen zu schaffen. Ihre Arbeit ist zum Teil eine zersetzende, spaltende, allein oder verbunden mit Umlagerungen und Oxydationen. Die bekanntesten Wirkungen sind solche, die sich im Grunde als Wasseraufnahme darstellen, als Hydrolyse, wie beim Abbau der Stärke zu den Zuckerarten. Doch ist es uns nicht möglich, auch nur mehr als behauptenderweise etwas über die Art ihrer Tätigkeit zu sagen. Das aber ist sicher, daß seit dem Studium dieses interessanten Gebietes dieses sich geradezu belebte: fast jeder Vorgang die Folge einer Enzymtätigkeit. Und so viele Angriffskörper, so viele Enzyme könnte man annehmen, wenn man die Ergebnisse der Emil Fischerschen Forschungen liest. Nun ist wohl ebenso wie bei der Stärke zu vermuten, daß das schwer zugängliche Eiweiß die Dauerform darstellt, in der die Natur den Stickstoffvorrat ansammelt. Wenn sie ihn wieder braucht, beginnt die Tätigkeit der Enzyme, die also in der Hauptsache Kampf bedeutet. Dieser währt im lebenden Organismus immerfort, weil hier den Enzymen die Doppelwirkung des Auf- und Abbaues zukommt, je nach dem Bedürfnis des Organismus der Zellen. In den Dauerformen sind dann Eiweiß und Stärke z. B. die Akkumulatoren, die, während des Hauptbetriebes vom Überfluß geladen, die in ihnen aufgespeicherte Kraft durch Umschaltung der Enzymwirkung von sich geben. In unserem Spezialfalle kommen aber die Enzyme nur als spaltende Abbaukräfte in Betracht, da sie uns den in unlöslicher Dauerform in den Rohstoffen gebotenen Schatz helfen sollen nutzbar zu machen und in lösliche niedermolekulare, deshalb die Zellmembran leicht durchdringende Körper umzusetzen. Mögen also auch im lebenden Organismus, den Zellen, die Enzyme ihre Doppelnatur offenbaren, zu zerstören und wieder aufzubauen — vielleicht sind es doch zwei verschiedene Kräfte — für uns bedeutet Enzymwirkung Angriff, zu dem dem Verfasser das treffende Bild Emil Fischers von Schloß und Schlüssel [1]) fast zu friedlich erscheint, man müßte denn von einem Nachschlüssel reden. Der Verfasser vergleicht die Enzymwirkung gern mit der Niederlegung eines recht hohen Schornsteins, der jahrzehntelang Sturm und Wetter getrotzt, durch Lockerung einiger Steine an seinem Grunde, wobei man noch die Richtung bestimmen kann, in der der stolze Bau in sich zusammenstürzen soll. Und wie hierbei der Schornstein schon gleich einzelne Steine neben noch zusammenhängenden Mauerbrocken liefert, die dann erst noch in die einzelnen Steine zerschlagen

[1]) Dekker in seinem Werk „Lebensrätsel" spricht schon den gleichen Gedanken aus.

werden müssen, damit sie vielleicht zu neuem Bau wieder verwendet werden können, so verhält es sich auch beim Angriff der Enzyme auf die hochmolekularen, unangreifbar scheinenden Dauerformen, wie Stärke und Eiweiß. Auch hier wird die Mauer der die Einzelsteine darstellenden Atomgruppen an der Basis außen gelockert werden müssen, ehe sie in mehr oder minder große weiter zerlegbare oder schon einzelne, nicht mehr durch Enzyme angreifbare Atomgruppen zerfällt. Die Enzymwirkung ist also Angriff, Kampf, Zerstörung, bei denen man wohl an Verwandtschaft beider Körper denken könnte, soweit Schlüssel und Schloß verwandt zu sein pflegen. Wie das Stärkekorn von innen nach außen wächst, so wird auch das Riesenmolekül des Eiweißes sich von innen heraus zusammenlagern. Und ganz außen denkt sich der Verfasser die schwefelhaltigen, aus Thioaldehyd entstandenen Teile liegend. Hat nun der angreifende Körper, das Enzym, z. B. oxydierende Fähigkeiten, ist also dessen Angriffslust das Bestreben, seine katalytische Natur als Sauerstoffüberträger spielen zu lassen, so braucht sich die Tätigkeit nur gegen den Schwefelgehalt zu richten, gegen die Teile des Eiweißmoleküls, dessen Bausteine dem Thioaldehydammoniak entsprungen sind, um eine Lockerung des Gefüges zu bewirken. Der einfache Austausch des Schwefels gegen Sauerstoff würde, ganz abgesehen davon, daß er so wohl nicht möglich ist, eine Molekülveränderung bedeuten und damit den Beginn des Verfalles. Vermutlich aber geht der Enzymangriff auf oxydierender Grundlage weiter, so daß, wie bei oben erwähntem Bilde am Schornstein, die Lockerung der paar Bausteine am Bau vollzogen ist und das Riesenmolekül in Trümmer zerfällt. Das Enzym sieht sich plötzlich von einem Trümmerhaufen umgeben, aus dem es die noch zusammenhängenden Molekülgruppen heraussuchen und weiter zerlegen muß. Bei dem ganzen Vorgang offenbart sich der katalytische Charakter der Enzyme, die ja auch bestimmter Reize bedürfen, um in Wirkung zu treten, und bestimmte Bedingungen verlangen zur vollständigen Lösung ihrer Aufgabe. Man möchte deshalb annehmen, daß die Enzyme weiter nichts sind als Nebenprodukte oder Übergangsprodukte der Zelltätigkeit vermittelnder Art. Diese müssen, da sich letztere unter Reduktions-, Oxydations- und Hydrolysierungsvorgängen abspielt, auch entsprechender Natur sein, ungesättigte oder übersättigte Verbindungen darstellen, die übrig bleiben, wenn die Zelltätigkeit aus irgend welchem Grunde zum Stillstand kommt, und ihre Mittlerrolle sofort wieder aufnehmen, wenn sie, wie z. B. in den uns bekannten Rohstoffen, unter bestimmten Reizen zur Tätigkeit angeregt werden. So erklärt sich auch ihre Empfindlichkeit gegen hohe Temperaturen, die dem ungesättigten oder übersättigten Charakter der Enzyme natürlich Verderben bedeuten. Die katalytische Tätigkeit dieser Körper wäre dann ein blitzschnell vor sich gehendes Wechselspiel, von dem wir bloß die fertige Regeneration bemerken können, weshalb uns die Enzyme als sich nicht verändernde Körper erscheinen und in kleinen Mengen dauernd große Wirkung hervorzurufen imstande sind. Da wir uns die unbegreiflichen Reaktionen des Lebensprozesses der Zelle gar nicht vorstellen können ohne die Annahme, daß ihr die Atome oder Atomgruppen verschiebbar, wie die Figuren auf dem Schachbrett, zu Gebote stehen, so ist es leicht denkbar, daß die Umsetzungen andere sein müssen, je nachdem sie bei Nährstoffarmut, also starker Verdünnung mit Wasser oder umgekehrt stattfinden, daß also die katalytische Wirkung der Enzyme umkehrbar sein muß, daß diese vielleicht bei gleicher molekularer Zu-

sammensetzung ihre Struktur ändern können, so daß je nachdem reduziert, oxydiert oder hydrolysiert werden kann. Infolgedessen muß auch die Zahl der möglichen Enzyme ungeheuer groß sein gegenüber der großen Anzahl von möglichen Verbindungen. Jedenfalls ist das Studium der Enzyme dasjenige, das uns am ehesten Kunde bringen kann über die für unsere Kenntnisse noch unbegreiflichen Reaktionen, die das Leben bedeuten.

Wenn wir nun die Enzyme ihrer Tätigkeit nach zusammenstellen wollen, so können wir unterscheiden solche, die

1. die Kohlenhydrate abzubauen und überzuführen vermögen in Körper von niederer molekularer Zusammensetzung. Diese Enzyme sind überaus wichtig, wo es sich darum handelt, die Stärkevorräte der Natur in den Rohstoffen der Brauerei und Brennerei einschließlich Hefenfabrikation nutzbar zu machen. Dahin gehören die Diastase, Maltase, Glukase, Invertase mit der Inulase, Cytase, Trehalase, Melizitase, Laktase und manche andere;
2. das Eiweiß zu zerlegen wissen und daraus mehr oder minder einfache stickstoffhaltige Körper erzeugen. Die peptischen Enzyme bauen das Eiweiß nur bis zum Pepton ab; die tryptischen dagegen bis zu den Amiden, die für die Hefennahrung von großer Bedeutung sind. In Betracht kommen unter den letzteren die Peptase des Malzes und von den Trypsinen das der Hefe;
3. die natürlich vorkommenden Fette in ihre Komponenten Glycerin und Fettsäuren zu zerlegen imstande sind. Für unsere Fabrikation dürften sie kaum in Betracht kommen; sie spielen neuerdings in der Seifenfabrikation eine große Rolle;
4. Zucker zu zersetzen verstehen, wie die Zymase in Alkohol und Kohlensäure und das Milchsäureenzym in Milchsäure;
5. unter Mitwirkung von Sauerstoff, den Überträger spielend, Prozesse einleiten und unterhalten, wie z. B. die Bildung von Essigsäure aus Alkohol, und die Verbrennung der aufgenommenen Nährstoffe, soweit sie für deren Assimilation nötig ist, besorgen.

b) Die für uns wichtigsten Enzyme.

α) Die Kohlenhydratenzyme. $\alpha\alpha$) Die Diastase. Sie ist wohl das wichtigste Glied dieser merkwürdigen Kette von geheimnisvollen Kräften, wenigstens für die gesamte Gärungswissenschaft. Sie findet sich im Malz, d. i. gekeimter Gerste, und bringt das in den Rohstoffen enthaltene unlösliche Stärkemehl oder dieses überhaupt in Lösung, indem sie, wie weiter oben unter „Stärke“ und „Dextrine“ erwähnt, es in Maltose umwandelt, die in Wasser leicht löslich und vergärbar ist. Trotz vieler Arbeiten über die Art des Abbaues des hochmolekularen Stärkemoleküls $(C_6H_{10}O_5)_x$ zu Maltose, $C_{12}H_{22}O_{11}$, ist diese Frage nichts weniger als geklärt, wenn man auch heute glaubt mit Sicherheit als Zwischenprodukte Dextrine verschiedener Eigenschaften, je nach ihrer Annäherung zur Maltose, annehmen zu sollen. Es spricht manches dafür, manches dagegen; der Verfasser für seinen Teil glaubt, wie unter „Dextrine“ ausgeführt, daß wir es bei den verschiedenen Dextrinen mit Gemischen von Ausgangsmaterial und Abbauprodukten zu tun haben. Als Entdecker der Diastase ist wohl Kirchhoff anzusehen, der 1814 feststellte, daß das Eiweiß des Getreides Zucker aus demselben bilden könne, besonders

wenn das Getreide vorher gekeimt hatte. Von da an reihten sich solche Arbeiten aneinander; Biot und Persoz gaben zuerst diesem wirksamen Prinzip den Namen Diastase und nannten sein Erzeugnis „Dextrin“ wegen seiner Rechtsdrehung der Polarisationsebene. Da vorher schon die Hydrolysierung der Stärke durch Zucker bekannt war, verquickte man beide Prozesse. Nachdem die Musculussche Theorie des Zerfalles von Stärke unter Wasseraufnahme in Dextrin und Dextrose wegen Nichtübereinstimmung mit dem möglichen Zuckerertrag aus Stärke durch Payen verworfen war, gelang erst Schwarzer 1870 in seinen eingehenden Arbeiten über Diastase der Nachweis, daß je nach Höhe der Verzuckerungstemperatur mehr Zucker und Dextrine entstehen; über 60° erhielt er stets weniger Zucker. Obwohl nun 1847 Dubrunfaut bereits gezeigt hatte, daß der diastatische Vorgang einen anderen Zucker liefere als die Behandlung der Stärke mit Säure, und ihn Maltose genannt hatte, wurde erst später die Richtigkeit dieser Tatsache erkannt, nur mit der Änderung der Maltoseformel von $C_6H_{12}O_6$ auf $C_{12}H_{22}O_{11}$. Diastase findet sich in allen wachsenden Pflanzenteilen und Samen. Diese Diastase ist aber allem Anscheine nach eine andere wie die, die wir im keimenden Korn vor uns haben. Die erstere, Translokationsdiastase genannt, löst Stärke völlig und ist das Enzym, das die mit Hilfe des Chlorophylls gebildete Stärke wieder in Lösung bringt, den zirkulierenden Säften zuführt, aus denen sie wieder als Stärke z. B. in den Samen oder Wurzeln abgelagert wird. Die Sekretionsdiastase, die Diastase, von der wir in unserer Fabrikation stets reden, hat als günstigste Grade die Temperaturen von 52 bis 57° und verflüssigt z. B. Stärkekleister, was die andere Diastase nicht tut, deren Optimum tiefer liegt. Merkwürdig an der Diastase ist — soweit wir Analysen davon wegen der Schwierigkeit der Herstellung von Reindiastase als bindend ansehen können — ihre Zusammensetzung, die sie zu den Eiweißstoffen stellen könnte. Wir sähen also hier Enzym und Angriffsobjekt als durchaus nicht verwandte Körper, es sei denn, daß man die Möglichkeit des Aufbaues von Eiweiß und Kohlenhydraten aus dem gemeinschaftlichen Ausgangsprodukt Formaldehyd für ihre Verwandtschaft ins Feld führte. Über die Gebiete des keimenden Rohstoffes, in denen sich die Diastase bildet, gehen die Meinungen weit auseinander. Sicher scheint aber zu sein, daß die Sekretionsdiastase ausschließlich bei der Keimung entsteht und daß jede andere Einmischung (man dachte auch an Bakterientätigkeit) ausgeschlossen ist. Auch soll sie sich ganz nach Bedarf in wechselnden Mengen erzeugen, was man der Diastase als Katalysator gegenüber nicht annehmen möchte. Sie hält sich z. B. im Arbeitsstadium sehr lange und gut, dagegen in reinen Diastaselösungen schlecht. Nach neueren Ansichten soll die Diastase sogar mit der Peroxydase identisch sein bzw. in Wechselwirkung einmal je nach Bedarf in der Nähe der Zellmembran der Sauerstoffüberträger sein und ein andermal im Zellinnern hydrolysierend den Stärkeabbau besorgen. Während sie sich im ungekeimten Korn im Plasmanetz bei der Stärke findet, hat sie sich im geweichten Korn der Zellmembran genähert. Beim Angriff auf die Stärke bohrt sie sich zuerst Kanäle bis ins Innere des Stärkemoleküls, die dann wieder Verbindungsbrücken unter sich erhalten. Bei der Prüfung auf Diastase war solche nur in den Kanälen mit Wasserstoffsuperoxyd und Guajakharzlösung nachweisbar. Dabei tritt auch die Ansicht zutage, daß beide Diastasen identisch seien; Petit konnte durch kleine Säuregaben die Translokationsdiastase in der

Wirkung völlig gleich der anderen machen. Die Darstellung der Diastase geschieht meist durch Ausfällung mit Alkohol oder durch Aussalzen. Nachdem aber feststeht, daß die Diastase bei ihrer Überempfindlichkeit durch alle Fällungsmittel sehr leidet und trotzdem nie rein erhalten wird, so geht man meist, wo ihre Verwendung angezeigt ist, auf ihre frisch bereiteten Lösungen zurück, auf die Malzauszüge (s. Stärkebestimmung). Doch arbeiten manche Laboratorien mit käuflicher Diastase, die aber nie ein absolut gleichbleibendes Präparat von dauernder Wirkung sein kann. Man sieht, daß unser Wissen über Entstehung und Wirkung der Diastase genau noch so des richtigen Lichtes entbehrt, wie unsere Kenntnis von ihrem Kampfobjekt, der Stärke. Übrigens findet sich Diastase auch im Tierreich vor, z. B. im Speichel (Ptyalin) und im Pankreassaft. Die nach verschiedenen Methoden gewonnenen Diastasen haben sehr verschiedene Zusammensetzung, diejenigen mit hohem Stickstoffgehalt waren am wirksamsten. Wie oben schon erwähnt, könnte sie ganz gut ihrer Zusammensetzung nach zu den Proteïnen zählen, mit denen sie viele Reaktionen gemeinschaftlich hat. Die Guajakharz-Wasserstoffhyperoxydprüfung geht aber — wenn, wie Grüss annimmt, nicht eine Peroxydiastase vorliegt — nur auf Oxydasen, nicht auf Diastase. Geringe Säuremengen, auch Kohlensäure, begünstigen die Wirkung der Diastase; Flußsäure in antiseptisch wirkenden Mengen wirkt schädlich. Genau wie verdünnte Säuren wirken natürlich z. B. saure phosphorsaure Salze, Thonerdesalze und die Aminosäuren. Die günstige Wirkung von Kochsalz ist sehr bestritten. Bemerkenswert ist die störende Wirkung von Schwermetallsalzen. Alkalische Reaktion der Flüssigkeit (Alkali und Karbonate) wirkt ebenfalls schädlich und müßte die gegenteilige Ansicht erst bewiesen werden, der auch die Erfahrung der Praxis entgegenstünde. Wir haben also in der Diastase ein Enzym eiweißartigen Aufbaues, das die stickstoff- und schwefelfreien Kohlenhydrate, Stärke und Dextrin, also keine eigentlich verwandten Körper angreift; weshalb der Verfasser im Anschluß an seine Ansicht, die er unter Enzyme „Allgemeines“ äußerte, wonach wir in den eiweißabbauenden Kräften Körper stickstofffreien Aufbaues und von oxydatischer Natur vor uns haben können, überhaupt annehmen zu sollen glaubt, daß das Enzym stets anders gearteter Natur sein müsse als der Stoff, dessen Zersetzung es einleitet und unterhält. Die unvermeidbare Unreinheit der ausgefällten Enzyme macht aber die Entscheidung durch Analyse sehr schwer, weil bei allen Methoden, Enzyme zu isolieren, Proteïne mit ausgefällt werden. Sehen wir einmal zunächst noch die Bedingungen der Wirksamkeit der Diastase an und die Art und Weise ihrer Einwirkung auf das Stärkekorn. Zur Einleitung ihrer Tätigkeit braucht die Diastase eines Reizes, der diesmal Temperaturerhöhung ist. Man hat wohl schon bei niederen Temperaturen diastatische Kraftäußerung festgestellt, die man nach Versuchen der Praxis nicht bestätigen konnte. Von einer eigentlichen bemerkenswerten Tätigkeit der Diastase kann man jedenfalls erst reden, wenn schon Temperaturen von 50 bis 55° erreicht sind. Die diastatische Kraft äußert sich in zweierlei Weise, indem sie bei hohen Temperaturen Stärkekleister nur verflüssigt, nicht verzuckert, bei den geringeren Temperaturen nur verzuckert. Das Optimum der Verzuckerung liegt nach wissenschaftschaftlicher Forschung bei 50 bis 57°; das heißt bei diesen Graden erhält man aus Stärke mit den kleinsten Diastasemengen die beste Zuckerbildung und die kleinste Dextrinbildung (etwa 80 Proz. Maltose und 20 Proz. Dextrin).

Dahingehende Versuche im großen in der Praxis setzen die Optimaltemperatur höher an. Man muß schon mit 60° beginnen, um sichtbare Arbeit zu bekommen. Es mag sein, daß obige Zahlen auf reinen Stärkekleister zutreffen; für die Praxis sind sie nicht brauchbar. Leider ist ja die Maltosebestimmung neben Dextrin nicht möglich, wenigstens nicht in genauer Weise, so daß Angaben über das Maltose-Dextrinverhältnis nie einwandfrei sind. Man erhält stets zu hohe Maltosezahlen, da die Dextrine schon je nach ihrer Annäherung an die Maltose Fehlingsche Lösung reduzieren. Die Temperaturen von 50 bis 57° mögen also unter bestimmten Bedingungen theoretisch als optimale festgestellt sein, für die praktische Arbeit muß man wenigstens auf 60° gehen, wenn man in kürzerer Zeit etwas erreichen will. Bei der Verflüssigung — zu der die Diastase noch fähig ist, wenn ihre zuckerbildende Kraft abgetötet ist — kommt man bei etwa 80° mit etwas mehr Malz besser weg als bei 70 bis 75° mit weniger Diastase. Bei 80° geht die Verflüssigung von Stärkekleister fast augenblicklich vor sich, doch scheint es, daß hierzu überhaupt mehr Enzym erforderlich ist. Natürlich, da es sich um das gleiche Enzym handelt, dessen verzuckernde Kraft aufgehört hat, wenn die verflüssigende beginnt, die nur noch einen Teil der angeborenen Fähigkeit darstellt, ist leicht anzunehmen, daß von dem geschwächten, nur noch verflüssigenden Enzym größere Mengen in Tätigkeit treten müssen. Aufgetretene Behauptungen, daß neben Maltose stets größere Mengen Dextrose (Glukose) entstehen, müssen bis jetzt als nicht richtig betrachtet werden. Nach Lings soll Diastaselösung, längere Zeit bei 70° für sich allein gehalten, sicher bis zu 12 Proz. Dextrose bilden. Was uns aber zu solchen Versuchen an reinster Stärke zu Gebote steht, ist das eben in chemischem Sinne nicht, so daß man schon die Vermutung aussprach, daß chemisch reine Stärke löslich sein könne. Jedenfalls könnten kleine Dextrosemengen von solchen Beimengungen abhängen. Interessant sind Versuche von Maquenne, Fernbach und Wolff, die feststellten, daß alle Stärke gegen Methylorange (*M*) und Phenolphtaleïn (*P*) ebenso reagiert wie Malzextrakt: gegen *P* sauer, gegen *M* alkalisch. Verwendet man gegen *M* neutralisierten Malzauszug und Stärkekleister, so geht die Verzuckerung schon bei 50° sehr rasch vonstatten, so rasch, daß die drei Forscher die Existenz der Dextrine leugnen zu sollen glaubten. Das Optimum der Diastasewirkung soll also direkt mit der Neutralität der Flüssigkeit gegen *M* zusammenhängen.

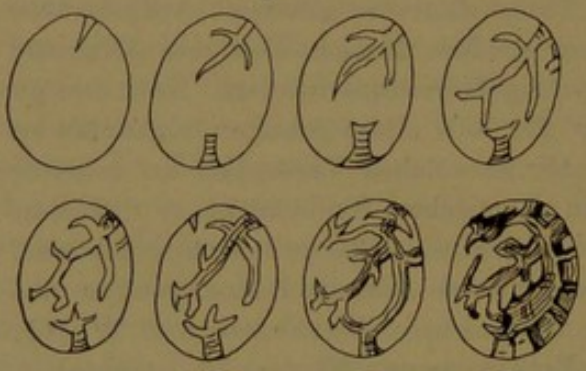
Von der Konzentration der zu verzuckernden Flüssigkeit ist die Diastase nur in bezug auf die Schnelligkeit ihrer Wirkung abhängig; man kann mit ihrer Hilfe bis 32° Balling aufweisende Maischen bekommen. Im dünneren Medium allerdings verläuft der Prozeß rascher. Besonders bemerkenswert ist die Tatsache, daß nach schwerster Arbeit die Diastase unbeschädigt vorhanden ist, d. h. sie kann wohl in der Maische selbst über das Verhältnis Zucker zu Dextrin 80 : 20 nicht hinauskommen; aber sobald bei der Vergärung der Zucker verschwindet, ermöglicht sie die Nach- oder Endgärung, indem sie die zuerst übriggebliebenen Dextrine in Maltose umwandelt.

Die Diastase vermag auch ohne vorherige Verkleisterung der Stärke diese in Lösung zu bringen, allerdings je nach Herkunft der Stärke verschieden durchgreifend, rasch und warm. Nach Lintners Versuchen beginnt die diastatische Einwirkung auf Kartoffelstärke erst bei nahe der Verkleisterungstemperatur liegenden Graden; dann kommen die auch widerstandsfähigen

Stärken von Mais und Reis; am leichtesten fallen der Diastase anheim Stärke von Roggen, Gerste, Malz. Kartoffelstärke wird auch bei 20 bis 30° bei Gegenwart von Diastase von allen Stärken am schwersten angegriffen. Bourquelot hat die Einwirkung der Erwärmung auf Malzauszüge untersucht und gefunden, daß sie durch 12stündiges Erhitzen auf 68° in ihrer diastatischen Kraft nicht nur von 52,4 auf 28,4 fallen, sondern auch nur noch trotz großer Gaben diese Zahl von 28,4 an enzymatischer Kraft leisten und auch kleinste Mengen von Stärke nicht mehr normal, sondern nur in stets gleicher Weise verzuckern können. Die Verflüssigungskraft, die Dextrinbildung leiden durch die Erhitzung des Malzauszugs nicht. Es scheint also die Annahme von Grüss nicht unbegründet zu sein, daß wir in der Diastase ein Doppelwesen vor uns haben, die Peroxydiastase, die eine Diastase und Peroxydase sein kann.

In trockenem Zustand verträgt die Diastase sehr hohe Temperaturen, bis 125° (siehe später Malzbereitung). Aber auch in Lösung verträgt sie höhere als normale Temperaturen, wenn bereits eine größere Menge Maltose gebildet ist; Rohrzucker aber bietet diesen Schutz nicht. Diese Tatsache ist für die Praxis von großer Bedeutung, weil sie aus Sicherheitsgründen für die Fabrikation den Gebrauch höherer Temperaturen gestattet, wovon wir später noch sprechen müssen.

Fig. 14.



Einwirkung von Diastase auf Weizenstärke nach Grüss.

Wenn wir nun kurz noch die Art der Einwirkung der Diastase auf das Stärkekorn betrachten — die etwas breitere Behandlung des Begriffes „Diastase“ ist durchaus gerechtfertigt durch ihre große Bedeutung für die ganze Gärungsindustrie — so kann es sich eigentlich, soweit etwas Feststehendes berichtet werden soll, nur um Berichte über Beobachtungen handeln, die bei Versuchen und deren mikroskopischer Verfolgung gemacht worden sind. In erster Reihe sind da die Arbeiten von Grüss zu nennen, der sich eingehend mit der Einwirkung der Diastase beschäftigte. Wie auch von anderer Seite bestätigt wurde, geschieht der Angriff auf das Stärkekorn nicht so, daß dasselbe einfach langsam sich auflöst und verschwindet. Zuerst muß die schützende Zellenmembran (Fig. 14) durchbrochen werden; kleine Kanäle bohren sich durch sie hindurch ins Innere, teilweise Seitenkanäle bildend, die sich nach beiden Seiten erstrecken und sich allmählich vereinigen. Nur durch diese Kanäle tritt die diastatische Kraft auf, niemals das ganze Korn durchtränkend.

Erst wenn die Kanäle das Korn so durchfressen haben, daß die einzelnen Teile keinen Zusammenhang mehr haben können, zerfällt das Ganze in Trümmer. Genau diesem Vorgang entsprechend ist die Jodreaktion, die von Blau über Violett, Violettrot, Rot in Gelb, d. i. die Farbe der zugesetzten Jodlösung, übergeht, wenn die Verzuckerung vorliegt. Auf diesem allmählichen Farbenübergang der Jodreaktion fußt wohl am stärksten die Annahme der großen Anzahl Zwischenglieder zwischen Stärke und Maltose. Eine Bestätigung für sie könnte man in dem Verhalten bestimmter Hefenarten gegen

Dextrin und Maltose sehen. Vergoren wird Maltose durch Hefe Typus Saaz; etwas weiter vergärt die Frohberghefe bis einschließlich der sehr maltoseähnlichen sogenannten Maltodextrine; die Pombehefe vergärt einen Teil der übrigen Dextrine; die lösliche Stärke und nächsten Dextrine unterliegen nur dem Amylomyces. Es scheint nach Fischer und Lindner wirklich, daß Maltose nicht direkt vergärbar ist, sondern erst durch ein weit verbreitetes Enzym Glukase in Dextrose übergeführt werden muß, so daß dann als Regel gelten müßte, daß nur die Hexosen, Zucker der Formel $C_6H_{12}O_6$, direkt vergärbar sind; das Maltosemolekül müßte also wie das des Rohrzuckers erst gespalten werden. Dadurch könnten auch die Dextrosemengen erklärt werden, die stets bei Diastase-Verzuckerung neben Maltose gefunden werden und wurden. Alle die vielen interessanten Arbeiten anzuführen, von denen jede eine andere Theorie des Stärkezerfalles vorführt, kann leider hier nicht in Frage kommen; keine der auf so vielen Untersuchungen begründeten Theorien kann auch nur einigermaßen alle Vorgänge erklären und somit zufriedenstellen, was auch erst möglich sein wird, wenn wir das Molekül der Stärke, des Ausgangsmaterials kennen. Unter „Dextrine“ hat der Verfasser schon die Gründe angeführt, warum er nicht an die vielen Zwischenglieder glaubt. Die Jodreaktion aber ist ihm am wenigsten maßgebend für die Annahme der verschiedenen Dextrine; der Farbenübergang vom Blau zum Jod nicht färbenden Malzzucker erklärt sich auch durch Annahme einer langsam wechselnden Mischung von Stärke, Dextrin und Maltose. Die violette oder violettrote Jodreaktion tritt häufig erst nach Zusatz von größeren Mengen Jod ein, während die ersten keine oder sehr geringe Färbung geben: gerade wie wenn in zunehmendem Maße der Verzuckerung die Maltose das Abbauprodukt umhülle. Die physiologische Beweisführung (verschieden weitgehende Arbeit der Hefen Saaz, Frohberg, Pombe und des Schimmelpilzes Amylomyces) ist auch nicht sicher; man kann auch annehmen, daß eben die verschiedenen Hefen verschiedene Mengen verschiedener Enzyme (s. nachher) enthalten und infolgedessen stärkere Vergärung zeigen. Auch der mikroskopischen Beobachtung nach ist eher anzunehmen, daß immer bei jedem angegriffenen Stärkekorn der Abbau gleich zu Ende geführt wird, ehe ein anderes in Angriff genommen wird. Der Stärkeabbau wickelt sich nicht gleichmäßig, stufenweise ab, sondern nacheinander, jedesmal zum Ende gehend. Das Kohlenhydratenzym ist also ein eiweißartig aufgebauter Katalysator von sehr wahrscheinlich abwechselnd hydrolysierender und oxydierender, sauerstoffübertragender Art. Die Diastase — oder vielleicht besser Peroxydiastase — muß zuerst die Cellulosemembran durchbrechen, Kanäle bilden. Wir haben früher gehört, daß die Cellulose durch Oxydation in leichtlösliche Oxycellulose übergeht. Nehmen wir an — die Enzyme sind ja Wunderkräfte — die Peroxydiastase vollbringe dies. Nun wissen wir weiter, daß die Oxycellulosen mit Salzsäure Furfurol genau wie die Pentosane bilden, also wahrscheinlich pentosanähnliche Gruppen enthalten wie die natürlich vorkommenden Hemicellulosen. Die Cellulose hat also — so beständig sie sonst ist — vermutlich eine Aldehydgruppe doch lockerer und reaktionsfähig gegen Sauerstoff gebunden. Die Peroxydiastase vermöchte also durch diese Lockerung — Bildung von Oxycellulose — sich Zugang ins Innere des Stärkekorns zu verschaffen: die Kanäle sind da. Nun gilt es den Angriff auf die Stärke, die mit der Cellulose gleiche prozentische und atomistische, vielleicht auch molekulare Zusammensetzung

hat, aber bei starker Oxydation gleich Oxalsäure liefert, also jedenfalls anders aufgebaut ist. Die Peroxydiastase muß demnach einen anderen Weg einschlagen, wenn sie zum Ziele kommen will.

Der Verfasser kann sich nun vorstellen, daß beim Aufbau des Stärke- oder Cellulosemoleküls mitunter Bausteine zur Verwendung gelangen, die nicht so ganz in den Bau hineinpassen. Bei der Cellulose scheint es zum mindesten sehr wahrscheinlich, daß in dem großen Molekül einzelne Gruppen eingesprengt sind, die nicht ganz dem übrigen vollendeten Bau entsprechen. Die Cellulose dürfte z. B. die Gruppe $(C_6H_{10}O_5)_5$ enthalten, bei der die eine HCOH-Gruppe sehr locker sitzt und die deshalb unter Wasserabspaltung $(-1H_2O)$ und Umlagerung die Gruppe $(C_5H_8O_4)_6$ bildet, wodurch sich die stellenweise Angriffsmöglichkeit der Peroxydiastase auf die Stärkezellenmembran erklärte. Da nun Stärke und Cellulose eigentlich als Isomere gelten können, so wäre z. B. denkbar, daß die Stärke in ihrem Sammelmolekül eine oder einige Gruppen $[(C_5H_8O_4)_6 + H_2O]$ hat, die zur Umlagerung in $(C_6H_{10}O_5)_5$ neigen und damit den Bestand des Gesamtmoleküls in Frage stellen, das dann unter dem Vorgang der Hydrolyse weiter in Zucker übergehen könnte. Das Enzym würde also eine ähnliche Rolle wie das winzige Kriställchen spielen, mit dem man inaktive Körper wie z. B. inaktive Weinsäure in ihre aktiven Komponenten zerfallen, bzw. kristallisieren lassen kann. Der Angriffsprozeß mit seinen Erscheinungen würde sich dann z. B. bei der Stärke dahin weiter erhellen, daß wir sagen können, die Risse der Zellenmembran sowohl wie die Gänge, die der sogenannte diastatische Vorgang erkennen läßt und durch die er sich einleitet und ausbreitet, bezeichnen die Lage der eingesprengten Gruppen $(C_6H_{10}O_5)_5$ und $[(C_5H_8O_4)_6 + H_2O]$, die zuerst dem Anstoß zum Opfer fallen und ihn ermöglichen. Und wenn der Verfasser auf seine Ausführungen bei dem enzymatischen Eiweißabbau zurückkommen darf, so dürfte das für Diastase Gesagte auch da zutreffen. Wo im Eiweißmolekül die von dem Thioaldehydammoniak stammenden Bausteine eingesprengt sind, wird sich die Weglinie abzeichnen für den Abbauprozeß des großen Eiweißmoleküls. Wenn wir die Enzyme als Neben- oder Halbprodukte des pflanzlichen oder tierischen Lebens ansehen, die gerade deshalb je nach Bedarf nach rechts oder links marschieren können, dann können wir die in die großen Moleküle von Eiweiß und Stärke eingesprengten Molekülgruppen, die das Gefüge nur ausfüllen, aber nicht festigen, als „Ermüdungsstoffe“ der Enzyme ansehen, die ja niemals ihre Tätigkeit bis zu Ende ausüben, sondern auf einer mehr oder minder großen Entfernung vom Endpunkt der restlosen Arbeit Halt machen. Mit diesen Einsprengungen sorgt die Natur dafür, daß die Reservestoffe jederzeit wieder zugänglich sind, ihre Achillesferse haben. Und durch die Annahme der Herkunft der Enzyme als Halbprodukte des organischen Lebens erklärt sich auch die Umkehrungsmöglichkeit ihrer Fähigkeit zum Aufbau und Abbau, außerdem ihre Vielfältigkeit und Ähnlichkeit; je nach Klima und den Lebensbedingungen wechseln nicht bloß die Bedürfnisstoffe, sondern auch die Mittelglieder und Endprodukte.

$\beta\beta$) Die Invertase (Invertin). Dieses Enzym gehört zu jenen, die imstande sind, zusammengesetzte Zuckerarten, sogenannte Polysaccharide zu zerlegen. Diese Möglichkeit ist schon lange bekannt. Schon 1847 fand Dubrunfaut die Zersetzungsmöglichkeit von Rohrzucker in Dextrose und Lävulose durch Kochen mit verdünnter Mineral- oder organischer Säure.

Aber erst 1860 fand Berthelot, daß der direkt nicht vergärbare Rohrzucker vergärbar wird durch einen in der Hefe enthaltenen, mit Wasser ausziehbaren Stoff, nicht wie Pasteur annahm durch Einwirkung der bei der Gärung entstehenden Bernsteinsäure. Er widerlegte dies durch Versuche mit wässerigem Hefenauszug und einer schwach alkalisch gemachten Rohrzuckerlösung: die Inversion ging vonstatten. Berthelot lernte auch schon das Enzym (Ferment glucosique) aus dem wässerigen Auszug mit Alkohol fällen, wobei er schon bemerkte, daß die ausgefällte Substanz bei Reinigungsversuchen durch Wiederauflösen und Alkoholfällung ganz bedeutend an ihrer Spaltungskraft einbüßte. Bald wurde dieser zuckerspaltende Stoff in vielen Pilzen und Pflanzen nachgewiesen und je nach seiner Herkunft mit Namen belegt. Heute wird das Enzym allgemein Invertase genannt. Ihr Diffusionsvermögen durch die Zellenwand ist nicht groß, woraus sich der häufige Mißerfolg erklärt, sie außerhalb der Zelle in Auszügen tätig zu sehen, die man mit Alkohol gefällt hatte, gegen den das Enzym sehr empfindlich ist. Tötet man aber Hefe durch konzentrierten Alkohol, so ist die Invertase aus dem wässerigen Auszuge ziemlich unbeschädigt zu gewinnen. Doch ist es noch nicht gelungen, sie in absolut reinem Zustande herzustellen.

Ihre Wirkung kommt derjenigen von Säure auf Rohrzucker gleich, die in dessen Spaltung unter Wasseraufnahme beruht. Ähnlich wie Diastase wird auch Invertase durch sehr kleine Säuremengen, besonders von Schwefelsäure angeregt. Auch Kohlensäure wirkt günstig ein. Gegen Alkalien ist sie sehr empfindlich; ihr Optimum liegt etwa bei 55 bis 60° in nicht zu konzentrierten Zuckerlösungen. Ihre Wirkung ist wie bei der Diastase fast unbegrenzt und wird durch Temperaturen über dem Optimum nicht gestört, wenn ziemlich viel Zucker bei der Inversion zugegen ist. Hauptsächlich scheint die Invertase nur Rohrzucker zu zerlegen; die Melitriose soll sie in Melibiose und Lävulose zerlegen. Maltose wird allem Anschein nach von Invertase nicht angegriffen.

γγ) Die Glukase und Maltase. Die Glukase hat die ausgesprochene Fähigkeit, Maltose rasch in Dextrose überzuführen, und findet sich in ungekeimtem und gekeimtem Getreide, in letzterem nur in unlöslicher Form, die die lösliche Stärke kaum angreift und auch keine Verflüssigungskraft besitzt. Nach Fischer und Lindner ist die Maltose erst gärungsfähig nach ihrer Umwandlung in Dextrose, worin sie ja ihrem Isomeren, dem Rohrzucker, dann ähneln würde. Allerdings glauben obige beiden Forscher in der Hefe eine besondere Glukase annehmen zu sollen (Maltase), die die Maltose in die Hexose überführt. Während nun die Invertase wohl schlecht durch die Zellmembran dringt, aber doch so, daß sie eine Rohrzuckerlösung schnell invertiert, kann eine Tätigkeit der Glukase in gärenden maltosehaltigen Maischen, also Dextrose, kaum nachgewiesen werden: es müßte also die Maltoseüberführung in Dextrose in der Zelle vor sich gehen. Die Glukase war als zuckerspaltendes Enzym des tierischen Organismus lange bekannt, ehe sie in Pflanzen nachgewiesen wurde. Man kam auf den Gedanken der Existenz der Glukase, da man (Philips 1881) gefunden hatte, daß Maltose und Rohrzucker, in die Blutbahn eingespritzt, vom Tierkörper fast unzersetzt ausgeschieden werden, dagegen Dextrose nicht; sie wird völlig aufgebraucht. Es lag daher sehr nahe anzunehmen, daß, wie ihr Isomeres, der Rohrzucker, auch die Maltose nur nach Inversion oder Spaltung vergoren werden kann. 1889 wiesen Bourquelot und Philips das Enzym im Blute nach und ersterer nannte es Maltase;

Emil Fischer gelang dann ihr Nachweis in der Hefe. Cuisinier und Géduld haben nun aus Gerstenmalz, aus Getreide überhaupt, letzterer besonders aus Mais, ein Maltose (französisch „Glucose") in Dextrose umwandelndes Enzym gefunden und deshalb „Glucase" benannt. Der Franzose trägt durch die Aussprache seines u der Ableitung des Wortes vom griechischen γλυκύς = süß Rechnung, so daß wohl wir im Deutschen richtiger Glykose und Glykase schreiben und sagen müßten. Im Tierkörper arbeiten Maltase (Glukase) und Diastase im Speichel, im Pankreas und Darmsaft nebeneinander, im Blutserum Glukase (Maltase) sozusagen allein. Das Vorkommen der Maltase (Glukase) im Rohgetreide oder Malz ist wohl nachgewiesen, aber nicht sichergestellt. Vermutlich wird sich dieses Enzym überall finden, wo Stärkeabbau oder -aufbau in Frage kommt oder gekommen ist, nachdem es aus vorstehendem erhellt, daß Maltose vermutlich weder eine Assimilationsform für die Hefe noch auch für die Zelle darstellt und vorher invertiert werden muß. Fischer und Lindner konnten mit der Maltase (Glukase) aus Saccharomyces octosporus wohl Maltose, aber nicht Rohrzucker spalten. Fischer und C. J. Lintner fanden meist Invertase und Glukase (Maltase) nebeneinander. Das Optimum von letzterer aus Hefe liegt bei 40° (Lintner und Kröber), das der Invertase bei 52 bis 53° und das der Gédulds chen Mais-Glukase bei 57 bis 60°. Die Glukase (Maltase) kommt nach neueren Forschungen Fischers auch in Betracht bei Spaltungsvorgängen von Glukosiden, Körpern von kompliziertem Aufbau; sie spalten alle bei enzymatischer oder Säurebehandlung Zucker (meist Glukose) und daneben Verbindungen ab, die noch wenig bekannt sind, aber, soweit bekannt, zu den aromatischen, organischen gehören. Das bekannte Glukosid, Amygdalin, das in den bitteren Mandeln ziemlich reichlich vorhanden ist und sich mit dem Enzym Emulsin in Benzoësäurealdehyd, Blausäure und Dextrose zerlegt, wird von Glukase in Dextrose und ein neues Glukosid gespalten, das noch eine Dextrose-(Glukose-) Gruppe enthält.

Erwähnenswert, obwohl für unsere Fabrikation nicht in Betracht kommend, sind noch die Enzyme Trehalase, Raffinase, Melibiase, Melizitase und Laktase, die die entsprechenden Zuckerarten (meist Polysaccharide) Trehalose (Zucker aus der syrischen Manna, Mutterkorn u. a.), Raffinose und Melibiose (s. oben unter den Kohlenhydraten), Melizitose (Zucker aus der Brançonmanna) und den Milchzucker spalten.

Nicht uninteressant dürfte die kurze Erwähnung der Tatsache sein, daß in Bakterien unter bestimmten Lebensbedingungen Enzyme diastatischer Natur erzeugt werden können; besonders aber in manchen Schimmelpilzen sind solche sehr starke Kräfte nachgewiesen, z. B. im Aspergillus oryzae, aus dem eine stark verzuckernde Diastase gewonnen werden kann.

Besonders zu nennen ist hier von den Amylomycesarten z. B. Mucor amylomyces, der gleichzeitig Enzyme für Verzuckerung und Vergärung enthält und bei dem Amyloverfahren der Spiritusgewinnung die Hauptrolle spielt.

β) Die eiweißspaltenden Enzyme. Auch diese Enzyme spielen in der Werkstatt der Gärungschemie eine große Rolle. Und heute besonders muß der Hefenfabrikant sich jeden Fortschrittes auf diesem Gebiete freuen; denn wachsende Hefenausbeute ist gleichbedeutend mit der Ausnutzung des im Getreide oder den Rohstoffen vorhandenen natürlichen Eiweißvorrates, der aber bloß in seinen niedersten Spaltungsprodukten für die Hefe erreichbar ist.

Wir finden diese eiweißspaltenden Enzyme bei der Wichtigkeit des Stickstoffs für Tier und Pflanze natürlich weit verbreitet in der Natur, teils als solche, die innerhalb, teils als solche, die außerhalb der Zelle, in Lösung ihres Amtes walten. Wollen wir aber der Natur dieser proteolytischen Enzyme näher kommen, dann vermögen wir das natürlich nur in dem Maße, als uns überhaupt Kenntnisse des Eiweißes und seiner Verwandten zu Gebote stehen. Durch Emil Fischers hervorragende Arbeiten sind wir ja über die untersten Glieder der Eiweißspaltung genauer unterrichtet und wissen, daß diese in die große Familie der Amide oder Aminosäuren gehören, von deren einfachsten Gliedern ausgehend es Fischer gelang, in seinen höchst kondensierten Polypeptiden ziemlich peptonähnliche Körper zu erlangen. Nun wäre ja der Gärungsphysiologie schon damit gedient, zu wissen, daß wir der Hefe die Stickstoffnahrung in der Amidform günstig gewähren können: aber dieser Stickstoff käme für den Hefenfabrikanten zu teuer. Und da ihm Stickstoff genug im Getreide, allerdings mit der wichtigen Stärke vergesellschaftet zur Verfügung steht, bleibt für ihn eben als wichtigste Frage die offen, wie er ihn sich nutzbar macht. Wir haben unter „Eiweiß“ bereits gehört, wie schwer es ist, vom Ureiweiß ausgehend, die Übergangsglieder festzustellen bis herunter zu den näher bekannten Amiden.

Wir sind darüber viel mehr im Unklaren als beim Abbau der Stärke. Verhältnismäßig früh finden wir eingehende Arbeiten über eiweißspaltende Enzyme des Tierkörpers, über das Pepsin des Magensaftes und das Trypsin der Pankreasdrüse. Obwohl beide dem gleichen Ziele zustreben, erreichen sie es unter ganz entgegengesetzten Bedingungen: Pepsin in saurer, der Pankreassaft in alkalischer Flüssigkeit. Die tryptische Verdauung des Eiweißes geht bis zur großen Gruppe der Amide und weist Leucin und Tyrosin auf. Pepsin baut nicht so weit ab. Man glaubt unwillkürlich, Parallele ziehen zu müssen zwischen Eiweiß- und Stärkeabbau. Von beiden kennen wir die Endzersetzungsprodukte am genauesten. Und über die dazwischen liegende Strecke Wegs ist das Dunkel der Mutmaßung gebreitet. Bis zu einem gewissen Punkt scheinen der peptische und tryptische Abbau gleichzugehen; dann aber eilt das tryptische Enzym weiter und nähert sich den Amiden. Die dazwischen und gegen Ende auftretenden Körper sind auch bei der Spaltung des Eiweißes mit Mineralsäuren und Säuren vielfach nachweisbar.

Man glaubt, den Abbau des Eiweißes als Hydrolyse auffassen zu sollen. Hauptsächlich Meissner und Kühne haben sich um die Aufklärung der Vorgänge verdient gemacht, wenn auch der Erfolg nicht im Verhältnis zur Schwierigkeit der Aufgabe und Arbeit steht. Es geht hier den mutmaßlichen Antialbumosen, Hemialbumosen, Anti- und Hemi-Peptonen nicht besser als ihren Genossen vom Stamme Dextrin. Bei der Spaltung des Eiweißes beginnt die genauere Unterscheidung der enzymatischen Erzeugnisse bei den Peptonen, denen die sogenannten Proteosen sehr nahe stehen. Ist der Abbau bei den Peptonen angelangt, so tritt die im Stärkeabbau bei der Maltose einsetzende Fähigkeit ein, durch eine feuchte Membran hindurchgehen, dialysieren zu können.

Die Proteosen dialysieren etwas, je näher sie den Peptonen stehen, genau wie die der Maltose nahestehenden Dextrine. Als Hydrolyse dürfte der Abbau deshalb erscheinen, weil im Verhältnis desselben die Gehalte an Kohlenstoff und Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff sich so verschieben, als es einer

steten Wasseraufnahme entspräche, und durch wasserentziehende Mittel z. B. aus Pepton Eiweißstoffe erhalten werden, die nicht mehr diffundieren und durch die gewöhnlichen Reagenzien gefällt werden. Vollständig parallel zeigt sich die enzymatische Spaltung des Eiweißes darin der der Stärke, daß sie zunächst nur bis zu den Amiden geht und stets Mengen von Peptonen und Proteosen unbehelligt läßt, diese aber weiter zersetzt, wenn — wie bei Dextrin und Maltose — die niedersten Spaltungsprodukte weggenommen werden. Die so wichtigen tierischen Enzyme Pepsin und Trypsin kommen für die Gärungsindustrie nicht in Betracht, obwohl das letztere infolge seiner bis zu den Amiden gehenden Spaltungskraft und seiner Unabhängigkeit von anorganischen Körpern dazu sehr geeignet erscheinen könnte.

αα) Die Peptase aus Malz. In den Pflanzen wurde Pepsin noch nicht nachgewiesen; dagegen die Gegenwart von eiweißspaltenden Enzymen tryptischer Art, z. B. des Bromelins im Safte der Ananas, des Papaïns in dem Fruchtsaft der Melone. Als man seinerzeit die Natur des diastatischen Vorgangs erkannt hatte, lag es nahe, auf ein Enzym zu fahnden, das den Eiweißvorrat abbauen würde. Gorup-Besanez entdeckte 1874 zuerst ein solches Enzym in verschiedenen Samen, das aus Fibrin Pepton bilden konnte. Außerdem aber stellte er in jungen Schoten von Wicken, in deren Samen er sein Enzym auch nachwies, Leucin und Asparagin fest. Kurze Zeit nach der Entdeckung der Peptase, wie das neue Enzym genannt wurde, machte Delbrück schon auf die große Bedeutung dieses Enzyms für den Maischprozeß aufmerksam, bei dem es das in Lösung gegangene Eiweiß abzubauen imstande sei. Während sich nun ein großer Teil der auf dieses Enzym bezüglichen Arbeiten auf tierphysiologischem Gebiete bewegte, waren es Windisch und Schellhorn, die in langen eingehenden Arbeiten das eiweißspaltende Enzym der gekeimten Gerste studierten, worüber auch Osborne und Campbell Untersuchungen anstellten. Nach Windischs Arbeiten (veröffentlicht in Wochenschr. f. Brauerei 1900, S. 334 ff.) kann man als festgestellt annehmen, daß die keimende Gerste Peptase enthält, die aus Malz mit Glycerin ausziehbar ist, Gelatine verflüssigt und wässerige Malzauszüge eine Art Selbstverdauung durchmachen läßt. Bei niedriger Temperatur geht der Abbau langsam aber sehr weit, bei höherer Temperatur schnell aber weniger weit vor sich. Geringe Mengen (0,2 bis 0,4 Proz.) organischer Säuren (besonders Milchsäure und Bernsteinsäure) fördern den Abbau, die erzeugten Abbaustoffe hemmen ihn im Verhältnis ihrer Zunahme.

Doch geht der Abbau bei Malzeiweiß nie bis zu den wahren Peptonen; tierisches Eiweiß dagegen gibt in neutraler, in saurer und in alkalischer Lösung Peptone. Ungelöstes Eiweiß bleibt fast unberührt. Ihrer Natur nach gehört die Peptase zu den tryptischen Enzymen. Auch in roher Gerste finden sich geringe Mengen des Enzyms, etwas reichlicher in etwas schlecht geernteten und eiweißreichen Gersten. Erst beim Keimungsprozeß beginnt die Peptase in stets wachsender Menge aufzutreten. Ähnlich der Diastase steht auch die Peptase in Zusammenhang mit dem Eiweißgehalt. Der Darrprozeß schwächt, aber zerstört sie nicht. Bei der Gewinnung des Enzyms durch Ausziehen des Malzes mit Glycerin und Ausfällen des Auszugs mit Alkohol-Äther muß der Niederschlag rasch abfiltriert werden. Wie die Diastase und alle Enzyme ist auch die Peptase sehr empfindlich gegen Alkohol, ebenso gegen ihre Trocknung, während sie in Lösung im Malzauszug 60° gut erträgt und erst

bei 70° zerstört wird. Für die Peptase kommt zum Abbau nur gelöstes Eiweiß in Frage, das aber nicht bis zu den Peptonen zersetzt wird. Peptase ist weit verbreitet in allen möglichen Samen und Früchten gefunden worden und dürfte nach neueren Forschungen, ähnlich wie die Diastase als Peroxydiastase, eine peptische und tryptische Wirkung zu äußern imstande sein, je nach der Richtung ihrer Beanspruchung. Die Wirkung ist jedenfalls intracellular, da die Peptase eigentlich erst als Begleiterscheinung des Keimungsvorganges in den eiweißführenden Zellen auftritt. Über die Zusammensetzung der Peptase wissen wir sehr wenig; sie scheint ihren Reaktionen nach Eiweißnatur zu haben. Gelingt es auch, solche Enzyme auszufällen, so doch nie ohne Beimengung anderer ähnlicher Stoffe.

ββ) Die Peptase aus Hefe (Endotrypsin, Endotryptase). Nachdem Peptase so allseitig im Pflanzenreich gefunden war, war es kein Wunder, sie auch in dessen niedersten Stufen festzustellen. Läßt man Hefe in einer zuckerfreien Flüssigkeit einige Tage unter Sauerstoffabschluß stehen, so verarbeitet sie ihren eigenen Eiweißvorrat. Hefenpreßsaft bildet bei 45° eine Gerinnung, die — Infektion ausgeschlossen — nach einigen Tagen in Lösung gegangen ist und beim Kochen kaum noch gerinnungsfähige Teilchen abscheidet. Die Anwesenheit einer Hefenpeptase ist durch viele Versuche festgestellt, bei denen durch antiseptische Mittel jede anderweitige Beeinflussung des Eiweißes sicher ausgeschlossen war. Doch ist die Existenz der Hefenpeptase so eng verknüpft mit dem enzymatischen Vermögen des Zellsaftes überhaupt, daß man die Hefenpeptase dort besprechen kann, wo die von Buchner entdeckte Zymase behandelt wird. Seiner Tätigkeit entsprechend findet sich dieses Endotrypsin allüberall, wo es sich um Vorgänge des Lebensprozesses in der Zelle, um die Assimilierung und Zersetzung von Eiweiß handelt. So ist es auch in vielen Bakterien nachgewiesen worden. Über die Tätigkeit der Hefenpeptase sei hier nur kurz gesagt, daß sie es ist, die im Hefenpreß-(Zell-)saft bei der Abnahme seines Gärungsvermögens die Gerinnungsfähigkeit des Saftes verschwinden und aus dem Gärung zu erregen völlig unfähig gewordenen Saft beim Eindampfen Eiweißspaltungsprodukt kristalliner Art gewinnen läßt.

γ) Die Zymase. 1821 machte Bérard die Beobachtung, daß beim Aufbewahren von Früchten in einem geschlossenen, Kohlensäure oder ein anderes indifferentes Gas enthaltendem Gefäß sich ständig Kohlensäure bildet; er suchte das mit einer Art Gärung zu erklären, obwohl der Vorgang doch etwas ganz anderes darstellte, als was damals Gärung genannt wurde. Erst 1869 bis 1872 suchten Lechartier und Bellamy diesem Vorgang näher zu kommen. Sie brachten saftige Früchte, wie Kirschen z. B., aber auch Kartoffeln und Weizen in geschlossene Gefäße und stellten fest, daß durch die aus denselben kommenden, in Quecksilber tauchenden Glasröhren Kohlensäure entweicht, der Sauerstoff im geschlossenen Gefäß verbraucht wird und die Kohlensäureentwickelung sogar noch einige Zeit andauert nach dem Verbrauch des eingeschlossenen Sauerstoffs. Aus den danach zerquetschten Früchten konnte Alkohol abdestilliert, aber mit dem Mikroskop in denselben kein Mikroorganismus entdeckt werden. Also müßte die Gärung nicht durch ein alkoholbildendes Lebewesen verursacht worden sein.

Pasteur konnte die Richtigkeit der Beobachtung später bestätigen. Bei der Lagerung von Früchten an der Luft wurde keine Alkoholbildung bemerkt.

1875 hatten Brefeld und de Luca bei ihren Versuchen ähnliche Ergebnisse. Muntz konnte die Alkoholbildung sogar in Stickstoffatmosphäre nachweisen. 1896 stellte dann Gerber fest, daß das Plasma von höheren Pflanzen alkoholische Gärung einzuleiten imstande ist. Er arbeitete viel mit gerbstoffhaltigen Früchten. Trotz seiner vielen Versuche konnte er keine andere Erklärung wie Lechartier, Bellamy und Pasteur finden, als daß die Alkoholbildung ursächlich in der geringen Sauerstoffzufuhr zu den Zellen begründet sei, also ein Versuch, die Erstickung zu vermeiden, sich Sauerstoff anderweitig zu verschaffen. Nicht ohne Einfluß auf die ungenügende Erklärung der Beobachtungen war der Widerstreit der Meinungen über die Gärung als solche, wovon wir später sprechen werden. Hatte man vor Pasteur und ganz besonders durch ihn anzunehmen gelernt, daß die sogenannte Gärung einfach Folge des Lebens der Hefe sei, so traten andere Gelehrte wie Berzeliüs, Traube, Mitscherlich, Liebig, Berthelot dafür ein, die Gärung als Folge mechanisch-chemischer Vorgänge anzusehen.

Claude Bernard fand bei seinen Studien über Bildung von Alkohol in Traubensaft, daß diese im Reifestadium zunimmt und ohne Hefe erfolgt. Er vermutete ein Enzym, das er nicht isolieren konnte. Berthelot hat diese Versuche nach Bernards Tode 1878 veröffentlicht.

Da gelang es 1896 Buchner, aus Bierhefe einen Saft zu gewinnen, der, frei von lebenden Organismen, Zucker zu zerlegen, zu vergären vermochte. Er hatte lange gegen den Einwand zu kämpfen, daß bei Herstellung seines Hefenpreßsaftes sich doch einzelne Zellen der Zerstörung entzogenhätten: doch kann heute als feststehend betrachtet werden, daß tatsächlich der Zellsaft der Bierhefe die Gärung hervorzurufen vermag, also ein Enzym enthält, das Buchner Zymase nannte.

Buchner gewann den Zellsaft durch Zerreiben von Bierhefe mit Quarzsand und Kieselgur und Auspressen des feuchten Breies nach Zusatz von destilliertem Wasser bei allmählich bis 500 Atm. steigendem Drucke, Wiederanfeuchten der ausgepreßten Masse mit destilliertem Wasser und Auspressen derselben. Aus 1 kg Bierhefe bekam er so etwa $^1/_4$ Liter Preßsaft, den er nach Zusatz von 4 g Kieselgur blank filtrierte. Er erhielt eine klare, kaum opaleszierende Flüssigkeit, die eine schwach gelbliche Farbe, Geruch nach Hefe und ein spezifisches Gewicht von 1,046 bei 15° hatte. Buchners Versuche wurden von Green-England und Delbrück-Berlin geprüft und als richtig bestätigt. Eine Reindarstellung der Zymase ist natürlich bis jetzt nicht gelungen aus Gründen, die wir bei der Behandlung der Enzyme schon besprochen haben; auch neigt man zu der Ansicht, daß die Zymase keine einheitliche Kraft, sondern wohl eine Sammelwirkung darstellt, bei der die vorher besprochene Hefenpeptase (Endotrypsin, Endotryptase) stark beteiligt ist.

Gegen Erwärmung ist der Preßsaft sehr empfindlich, beim Kochen gerinnt er zu einer kaum beweglichen Masse; aber auch schon bei 40° beginnt er sich durch einsetzende Koagulation zu trüben. Wie die anderen Enzyme und ähnlichen Körper verträgt jedoch die Zymase trocken ziemlich hohe Temperaturen; wird Hefe z. B. zuerst bei gelinder Wärme oder im Vakuum getrocknet und im Wasserstoffstrom auf 100 bis 110° erhitzt, so läßt sich aus ihr unter Verreiben mit Sand und Kieselgur in glycerinhaltigem Wasser ein gärkräftiger Auszug herstellen. Diese Tatsache führt Buchner als sichersten Beweis

dafür an, daß nur seine Zymase die Gärung einleitet; denn die getrocknete und erhitzte Hefe konnte sich nicht weiter bilden und wachsen; ihre Lebenstätigkeit war vernichtet und trotzdem gab sie an Glycerinwasser einen zuckerzersetzenden Körper ab, der also nur ein Enzym, die Zymase, sein kann. Versetzt man nun aber frischen Buchnerschen Zellsaft mit Rohrzuckerlösung, so beginnt etwa nach $^1/_2$ Stunde die Kohlensäureentwickelung, die andauert, bis aller Zucker verschwunden ist. Der Preßsaft wirkt auch nach Zusatz von antiseptischen Mitteln wie Chloroform, Toluol und Kaliummetaarsenit, die die Hefenarbeit selbst hemmen. Das zugesetzte Chloroform fällt allmählich Eiweißflocken aus, die wie üblich das Enzym mitreißen. Wird der abfiltrierte Niederschlag in Wasser verteilt von dem Volumen des ursprünglichen Saftes, so erweist er sich merkwürdigerweise wirksamer als der Preßsaft selbst. Empfindlich ist der Preßsaft gegen Filtration durch Kieselgur oder Porzellan. Er büßt mehr oder weniger von seiner Gärkraft ein; im Vakuum eingedickt und in dünnen Schichten weiter getrocknet, hinterläßt er etwa 10 Proz. Rückstand, der nicht unbegrenzt haltbar ist, sondern nur etwa innerhalb drei Wochen in Wasser gelöst noch Enzymwirkung äußert.

Interessant ist auch die Beobachtung, daß das Kaliummetaarsenit, als Antisepticum verwendet, in 2proz. Zusatz zum Preßsaft dessen Tätigkeit nicht stört, dagegen sofort aufhebt, wenn der gleiche Prozentsatz zu halb mit Wasser verdünntem Preßsaft gegeben wird. Da das Arsen mit Eiweißstoffen Verbindungen eingehen kann, scheint es bei einem gewissen Zusatz vom vorhandenen Eiweiß so beansprucht zu werden, daß die Zymase sich frei entfalten kann. Diese Beobachtung dürfte zusammenhängen mit derjenigen, daß die Gegenwart von peptischen Enzymen, z. B. von Trypsin oder Papayotin, die Gärwirkung des Preßsaftes aufhebt. Da nun die Hefe in bestimmten Stadien ihres Lebens Trypsin (z. B. beim Absterben) bildet, erklärt sich dann das Fehlen von Zymase von selbst, ebenso auch die Tatsache, daß nicht aus allen Hefen Preßsaft mit gleicher zymatischer Wirkung erhalten wird. Deshalb wird wohl auch die wirksamste Zymase aus Bierhefe gewonnen, von der ja so gut wie keine endotryptische (proteolytische) Arbeitsleistung gefordert wird.

So konnte z. B. in Hefe, am Ende der Gärung entnommen, fast keine Zymase gefunden werden, dagegen sehr viel zur Zeit ihres größten Wachstums. Schutz gegen diese proteolytischen Enzyme bietet der Zymase der Zucker, den sie in höheren Konzentrationen wie die Hefe erträgt; diese proteolytischen Enzyme sind es sicher auch, die den frisch so gärkräftigen Preßsaft rasch seine Wirkung verlieren lassen. Man hat Zymase aus Preßsaft mit Alkohol-Äther gefällt, rasch abfiltriert und über Schwefelsäure getrocknet. Diese lockere, in Wasser nicht mehr ganz lösliche Masse, erregte in Rohrzuckerlösung verteilt Gärwirkung, die langsamer einsetzte als bei frischem Preßsaft. Zerreibt man aber die ausgefällte Zymase mit Glycerin, das sich als bestes Extraktionsmittel für Enzyme bewährt, dann erhält man eine dem ursprünglichen Preßsaft nahezu wirkungsgleiche Flüssigkeit, was man ja mit Wasserstoffsuperoxyd festellen bzw. kontrollieren kann, aus dem die Zymase stürmisch Sauerstoff entwickelt.

Arthur Harden und William John Joung konnten feststellen, daß obergärige Hefe einen Saft von geringerer Wirkung liefert, die aber sonst gleich derjenigen von Preßsaft aus Unterhefe verläuft. Obengenannte Forscher

konnten auch die merkwürdige Feststellung machen, daß Preßsaft, dem man gekochten Preßsaft (Kochsaft) zugesetzt hat, eine sehr gesteigerte Gärwirkung zeigt. Nun kann man aus Preßsaft mittels Filtration durch ein Gelatinefilter ein Filtrat und einen Rückstand erhalten, die beide für sich allein keine Wirkung auf Zucker haben, die aber bei Vereinigung beider wieder eintritt. Kochsaft kann nun mit dem für sich untätigen Rückstand Gärwirkung erregen, also die Stelle des Filtrats ersetzen. Daraus muß man schließen, daß der Preßsaft ein sogenanntes Co-Enzym enthält, das gegen Kochen empfindlich, dialysierbar und zur Gärwirkung erforderlich ist. Buchner gelang es, Kochsaft durch Lecithin zu ersetzen, Joung und Harden durch Alkaliphosphat. Kochsaft kann auch den durch die Gärung ermüdeten Preßsaft reaktivieren, dem vermutlich, bei der Arbeit das Co-Enzym abhanden gekommen ist. Die Ersetzbarkeit des Kochsaftes durch Lecithin hat seine Kehrseite in der Eigentümlichkeit, daß Lipase (fettspaltendes Enzym) dem Kochsaft die Fähigkeit nimmt, zu reaktivieren, also das Co-Enzym darin vernichtet, das demnach einen lecithinähnlichen Aufbau haben muß. Steht doch auch fest, daß Phosphorsäure unwirksamen Kochsaft wieder tätig macht, wie auch Lange sehr schwachgärige Hefe in 4 proz. Kaliumphosphatlösung hervorragend wirksam machen konnte. Man kann also nach Buchner als sicher annehmen, daß die Zuckerzersetzung eingeleitet wird durch eine Art von Anlagerung der Enzyme an den Zucker. Was nun die Gärwirkung der Zymase anlangt, so tritt sie ein, sobald in Preßsaft Rohrzucker gebracht oder etwas Preßsafttrockenpräparat in Rohrzuckerlösung gelöst bzw. verteilt wird. Die Gärwirkung ist, wie schon oben bemerkt, außerordentlich empfindlich. Merwürdigerweise verhält sich die Zymase gegen die verschieden starken Zuckerflüssigkeiten umgekehrt wie die Hefe selbst. In dünner Rohrzuckerlösung von etwa 10 Proz. tritt ihre Wirkung nur halb so stark als bei etwa 20 Proz. Zucker auf; und erst bei über 30 Proz. Zucker kann man eine Schwächung der Zymasewirkung wieder beobachten. Diese Beobachtung hängt mit der Schutzwirkung zusammen, die Rohrzucker, Zucker überhaupt auf die Zymase gegen die proteolytischen Enzyme ausübt, die im Hefenpreßsaft mit der Zeit die ganze Gärwirkung aufheben. Die Zymase hat ein Temperaturoptimum, das tiefer liegt, als das der gärungstätigen Hefenzelle. Bei 12 bis 15° leistet die Zymase die beste Arbeit, die merklich abnimmt mit Steigerung der Temperatur. Gegen Salze und sonstige chemische Agenzien verhält sich die Zymase ähnlich wie ihre Kolleginnen: Kochsalz, Salmiak stören bei etwa 4 Proz., die Nitrate der Alkalien bedeutend mehr, sehr stark Chlorcalcium, sehr wenig Chlorbaryum. Wie oben schon bemerkt, spielt die Phosphorsäure eine sehr fördernde Rolle für die Zymase, ebenso Amide, organische Säuren, während Ätznatron schon bei 0,1 Proz. stark hemmt.

Von den Zuckern vergärt die Zymase alle, die auch den Hefen gegenüber zum Verfall neigen. Buchner und Rapp konnten bei Gärversuchen Alkohol und Kohlensäuremengen feststellen, die der theoretischen ziemlich nahe kommen. Auch die Gärungsprodukte waren fast die gleichen wie bei der Gärarbeit der lebenden Zelle; stets war Glycerin neben Essigsäure nachweisbar, dagegen Bernsteinsäure nicht. Eine Fehlmenge an Zucker, die man glaubt feststellen zu können, wenn man den ursprünglich vorhandenen Zucker den gewonnenen Gärungsprodukten gegenüberstellt, erklärt man sich mit der Annahme einer Bildung von nicht reduzierendem Zucker während des Zersetzungsvorganges (?).

Unwirksam ist der Preßsaft gegen Milchzucker und Stärke, zersetzt aber leicht Dextrin und Glykogen, so daß er gewiß diastatische Kräfte enthält, wie wir sie weiter oben als Maltase und Invertase besprachen.

Doch sind hier große Verschiedenheiten je nach der Abstammung des Zellsaftes zu verzeichnen, wenn auch die Merkwürdigkeit feststeht, daß Preßsaft aus Dextrin nicht vergärender Hefe dieses vergärt. Nach Arbeiten Lindners und Effronts könnte man annehmen, daß alle Hefen außer Zymase und der Endotryptase auch die Dextrin spaltenden Enzyme enthalten, die aber durch die Zellhaut nicht diffundieren können und abwarten müssen, bis die vielleicht verschieden permeable Zellhaut auch die höher molekularen Kohlenhydrate durchgelassen hat.

Für den Hefentechniker außerordentlich interessant sind die Beobachtungen über die Einwirkung von niederen und höheren Temperaturen auf die Gärkraft, auf den Zymasegehalt gelagerter Bierhefe. Nach Versuchen Delbrücks mit Lange, König und Haymann kann als sicher gelten, daß tiefe Temperaturen wie 1 bis 3° die zymatische Kraft der Hefe etwa 36 Tage lang erhalten; nach einer Lagerung bei 6 bis 7,5° ist ein merklicher Zymaseverlust nachweisbar, bei 17 bis 18° erlischt die Gärkraft schon nach 8 Tagen, bei 27,5 bis 28,5° ist die Gärkraft schon nach 3 Tagen verloren und damit — wie bei 17 bis 18° nach 8 Tagen — der Bestand der Zellen überhaupt. Die Hefe wird breiig, flüssig; im Kampf der Zymase gegen das proteolytische Enzym unterliegt jene und wird nebst ihrem Verwandten, dem Eiweiß des Protoplasmas, vernichtet. Deshalb paralysieren auch Peptonzusätze die Wirkung der Endotryptase auf die Zymase. So enthält auch die Hefe die meiste Zymase nicht am Ende ihrer Tätigkeit, wie Buchner feststellte, sondern während der Hauptgärung, was mit der Beobachtung der Praxis zusammenhängt, daß Hefe im sogenannten Ausreifungsstadium sich mit Reservestoffen beladet, die ja fast ganz aus Eiweiß bestehen, zu dessen Bildung auch die Zymase verwendet wird. Die Wirkung der Endotryptase wird ja auch begünstigt durch die höheren Temperaturen, bei denen man die Hefe reifen läßt. Die beiden Enzyme der Hefe scheinen also nur so lange sich nicht zu befehden, als jedes von ihnen seine normale Arbeit zu leisten hat. Ist aber der Zucker vergoren, dann sind noch die Eiweißvorräte da, die für die Hefe abgebaut und eingelagert werden, wobei eben auch ein Teil der Zymase, weil zurzeit unnötig, gebunden wird, jedoch sofort wieder auftritt, wenn frische Zuckermengen geboten und die Endotryptasen durch diese anderweitig beschäftigt werden. Die Wirkung der Endotryptase auf den Zellinhalt der Hefe wird technisch ausgenutzt zur Herstellung von Hefennährmitteln.

In neueren Arbeiten hatte Buchner mit Meisenheimer festgestellt, daß Preßsaft imstande ist, ursprünglich vorhandene Milchsäure verschwinden und wieder erscheinen zu lassen. Er betrachtet die Zymase deshalb als aus zwei Enzymen bestehend, aus der Zymase (besser Hefenzymase), die den Zucker in Milchsäure, und aus der Lactacidase, die die Milchsäure in Alkohol und Kohlensäure zerlegt. Die Milchsäurepilze besäßen also dann nur das eine, den Zucker in Milchsäure spaltende Enzym, die Hefe beide. Doch hat Buchner nach seinen neuesten Veröffentlichungen die Annahme wieder fallen lassen, daß Milchsäure ein Zwischenprodukt der Zuckerzersetzung sei. Stocklasa und seinen Mitarbeitern gelang übrigens der Nachweis des Vorhandenseins von Zymase in Rüben, Erbsensamen, Kartoffeln, auch im Fleisch,

so daß wohl die Annahme gerechtfertigt ist, daß bei all den uns bekannten Vorgängen ähnlich dem der Zuckerzersetzung Enzyme eine Rolle spielen, z. B. bei der Milchsäurebildung durch Milchsäurepilze. Buchner und Meisenheimer konnten denn auch aus Reinkulturen von Milchsäurepilzen nach Art der Hefenpreßsaftherstellung einen Saft gewinnen, der nach Toluolzusatz, also nach Ausschaltung der Pilzwirkung, allein Rohrzucker in Milchsäure, wenn auch nur schwach, zu zersetzen vermochte. Es würden sich dann auch — da Eiweißstoffe und Kohlenhydrate gewiß das gleiche Ausgangsmaterial haben — die so oft von seiten der Praxis behaupteten und bestätigten Wirkungen der Milchsäure auf den Eiweißabbau erklären, die in statu nascendi bei deren Bildung durch den Milchsäurepilz doppelt leicht stattfinden könnten. Wir werden davon noch später sprechen müssen.

δ) Die Lipase. Dieses Enzym möge kurz erwähnt werden, da die für unsere Fabrikation verwendeten Rohstoffe fast alle Fette enthalten, die jedenfalls beim Maischprozeß wie die Kohlenhydrate und Eiweißstoffe ebenfalls gespalten werden, wodurch sich die Gegenwart von Glycerin in den vergorenen Flüssigkeiten leicht erklären dürfte. Die Fette, als Triglyceride verschiedener Fettsäuren, erleiden dabei eine Zersetzung, wie bei dem bekannten Verseifungsprozesse. Durch Hydrolyse werden Glycerin und die Fettsäure frei, welche wir ja bei Verarbeitung fettreicher Rohstoffe nachweisen können. Nachdem für den tierischen Organismus schon lange solche fettspaltende Körper für die Verdauung im Darmkanal angenommen und bestätigt waren, sind sie sogar im Blute, vermutlich aus den roten Blutkörperchen stammend, nachgewiesen worden. Für den Tierkörper ist die Tätigkeit der Lipase von großer Wichtigkeit. Die Tatsache nun, daß auch im Pflanzenreich neben den Reservestoffen, dem Eiweiß und den Kohlenhydraten, sich stets Fett findet, das aber beim Aufbau der Pflanze sicher auch mit jenen beiden das Ausgangsmaterial gemeinsam haben dürfte (Glycerin kann ja ein Mittelglied bei der Kondensation des Formaldehyds sein), legte die Vermutung nahe, daß auch die Pflanzen zur Wiedergewinnung der als Fett aufgespeicherten Vorräte Enzyme haben müssen. Nachdem lange die Meinung geherrscht hatte, daß das bei der Keimung verschwindende Fett direkt in Stärke verwandelt werde, konnte 1871 Müntz und Schützenberger 1876 feststellen, daß wohl die Fettspaltung ein hydrolytischer Vorgang, aber wegen der Durchgangsunfähigkeit beider Körper, Fett und Stärke, die meist weit auseinander im Zellgewebe abgelagert sind, an eine direkte Umwandlung ineinander nicht zu denken sei. Das von Schützenberger vermutete Enzym hat Reynolds Green 1889 aus keimendem Rizinussamen zuerst dargestellt. Nach fünftägiger Keimung zerrieb er die Samen mit 5 proz. Kochsalzlösung, der als Antisepticum 0,2 Proz. Cyankalium zugesetzt war. Nach 24 Stunden wurde filtriert und ein fast klares Filtrat erhalten. Mit Rizinusölemulsion konnte nach Zusatz einer kleinen Menge des Extrakts bei 35° schon nach $^1/_2$ Stunde freie Säure durch Lackmus nachgewiesen werden. Das Enzym scheint, wie die anderen, in den Samen nicht fertig gebildet zu sein, sondern sich erst nach Bedarf zu zeigen.

Die Fettsäuren, die abgespalten werden, werden von der Lipase nicht weiter angegriffen, verschwinden aber allmählich aus den Zellen, indem dafür andere kristallinische Säuren auftreten, die leicht diffundieren können. Das Glycerin selbst wird vermutlich zur Bildung von Zucker irgendwie verbraucht, der dann gelegentlich in Stärke zurückverwandelt wird.

Wir sehen also, daß die Anwesenheit von Glycerin in allen gärenden und vergorenen Flüssigkeiten etwas ganz natürliches ist und alles darauf hinweist, daß wir für alle Reservestoffe, die die Natur in den Samen und Geweben aufspeichert, ein gemeinsames Ausgangsprodukt annehmen können. Du Sablon fand denn auch in den Samen vom Hanf, Winterraps und Flachs, daß bei der Keimung der Fettgehalt verschwindet unter gleichzeitigem Entstehen von Rohrzucker und Dextrose. Da er nie Glycerin in den keimenden Samen nachweisen konnte, glaubte er einen hydrolytischen Prozeß nicht annehmen zu sollen, obwohl er nie Extrakte der keimenden Samen auf Öle einwirken ließ, die ihn eines anderen belehrt hätten. Denn es ist mehr als natürlich, daß das bei der Fettspaltung auftretende, so wasserlösliche Glycerin in statu nascendi sofort weggenommen und zu Zucker zusammengelegt wird. Buchner hat auch bei der Hefenpreßsaftgärung Glycerin nachgewiesen, so daß — was vorauszusehen — das fetthaltige Plasma auch Lipase zur Verfügung haben muß. Vermutlich wird die Lipase auch in umgekehrter Wirkung beschäftigt und bildet dann ähnlich wie Fettsäureester (die Fette) auch die Fruchtäther, die bei mancher Gärung auftreten.

Insofern also als die Lipase den Reservestoff „Fett" zu spalten vermag in zwei Komponenten, die weiter wieder auf Zucker und Stärke im Aufbau der Pflanze verarbeitet werden, hat sie Interesse für den Gärungsbetrieb, dem sie auch die Erklärung für das stets zu findende Glycerin ist. Für die Technik der Seifenfabrikation allerdings spielt die Lipase eine wichtigere Rolle, da sie im Rizinussamen in bestimmten Verfahren zur Spaltung des Neutralfettes benutzt wird, wodurch eine gute Verwertung des Glycerins durch Verkauf und die einfache Verseifung der Fettsäure ermöglicht wird.

ε) Die Oxydasen. Diese Enzyme spielen eine Rolle, die ebenso groß zu sein scheint, als wir wenig von ihnen wissen. Wir verstehen darunter Enzyme, die bei Prozessen tätig sind, in denen Sauerstoffübertragung, Oxydation die Hauptrolle spielt. Vorgänge, an die man denken kann, wenn man sich vergegenwärtigt, daß sie jedenfalls im Wechselspiel mit jenen der Hydrolyse sich vollziehen, den eigentlichen sogenannten Atmungsprozeß der lebenden Zelle unterhalten und die nötige Erwärmung für besondere Fälle begründen. Die Erwärmung der keimenden Gerste z. B. dürfte mit oxydatischen Vorgängen zusammenhängen, ebenso die von lagerndem Getreide.

Das Sauerstoffaufnahmevermögen der Hefe führt Grüss auf ihren Oxydasegehalt zurück. Die Essigerzeugung wird nach Buchner und Meisenheimer und Rothenbach neuerdings als Enzymwirkung oxydatischer Natur betrachtet.

Wenn wir an Hand des vorstehend Gesagten noch einmal kurz resümieren, so stellen die Enzyme so eigentlich Katalysatoren dar, die sich nur durch ihre leichte Zersetzlichkeit und ihre Zerstörbarkeit durch die Wärme von den lange bekannten anorganischen unterscheiden. Sie bleiben bei ihrer Tätigkeit unverändert, vermitteln bloß und beschleunigen Prozesse, die langsam auch auf andere Weise zustande kämen. Eine ähnliche Wirkung haben ja auch kolloidale Gold- und Platinlösungen, die in einer Verdünnung von etwa 1 : 1 Million von rötlicher bzw. schwärzlicher Farbe sind. Gar manche Eigenschaften teilen diese mit den Enzymen: die Aussalzbarkeit mit Ammonsulfat, die blaue Guajakreaktion, die durch geringe Mengen von Blausäure hintangehalten wird; Salze, Säure, Alkali fördern und hemmen je nach Kon-

zentration; die charakteristische Wasserstoffsuperoxydreaktion unterbleibt bei Gegenwart von bestimmten chemischen Körpern, z. B. Blausäure, Jod, Brom, Phosphor, Sublimat, Kohlenoxyd, Schwefelwasserstoff, Arsenwasserstoff, deren Entfernung die Wirkung der Enzyme und Colloidlösungen wiederherstellt. Während aber die anorganischen Katalysatoren sehr beständig sind, zeichnen sich die organischen, die Enzyme, durch das gerade Gegenteil aus, weshalb bis jetzt keines von ihnen für sich allein als chemisch reiner Körper erhalten wurde.

Die Tatsache einerseits, daß fast jeder abbaubare Stoff des Pflanzenkörpers sein Enzym zu haben scheint, das zudem abbauen und auch aufbauen können muß, daß Enzyme der gleichen Richtung aber doch aus mehreren ähnlichen zusammengesetzt zu sein scheinen, daß sie alle mit Ausnahme ihrer Spezialwirkung die chemischen Eigenschaften so ziemlich gemeinsam haben, außerordentlich empfindlich sind und deshalb kaum gewonnen werden können, und die Tatsache andererseits, daß ein gemeinsamer anfänglicher Bildungsgang für fast alle enzymatisch angreifbaren Stoffe vorhanden sein muß, läßt dem Verfasser die Möglichkeit der Annahme offen, daß die so zahlreichen Enzyme je nach Angriffskörper und Arbeitsforderung nur verschiedene Wirkungsäußerungen des gleichen Körpers seien. Wenn wir die Enzyme als Nebenprodukte oder Mittelprodukte des Auf- und Abbaues des Pflanzenkörpers betrachten, etwa da zur Seite geschoben, wo sich der bisher gemeinsame Weg in die einzelnen Wege teilt, die zur Stärke, zum Fett, zum Eiweiß führen, dann liegt die weitere Annahme nahe, daß wir es mit sehr beweglichen Atomgruppierungen zu tun haben, deren Beweglichkeit die Grenze der Bestehensmöglichkeit streift und dadurch ermöglicht, daß je nach Angriffsobjekt die entsprechende An- oder Umlagerung erfolgen kann.

Diese leicht bewegliche Atomgruppe könnte dann je nach Verschiebung ihrer Glieder die Angriffsform ändern, hydrolysieren und oxydieren, dabei aber nur Kontaktwirkung ausüben, also unverändert bleiben und trotzdem lange, also große Arbeit leisten. Es wäre dann auch erklärlich, warum uns die Pflanzen wie belebt mit lauter Einzelenzymen erscheinen, die meist nicht gleichzeitig nebeneinander wirken, sondern nacheinander, die sich sogar zu vernichten scheinen, während eigentlich nur die Tätigkeit des Enzyms gewechselt hat. Man kann ja die wunderbaren Reaktionen, die die tierische und pflanzliche Zelle vollführt, sich gar nicht anders erklären, als daß in ihr die Bestandteile der aufgenommenen Nährstoffe sofort beweglich werden und deshalb zusammengelagert und verbunden werden können in der wunderbaren uns unbegreiflichen Art und Weise, so daß je nach Bedürfnis die einfachsten, die Zellmembran schnell durchdringenden Körper gebildet werden, oder die hochmolekularen nicht diffundierbaren Reservestoffe aufgebaut und abgelagert werden können. Das Geheimnisvolle scheint dem Verfasser bei all den so wunderbaren Vorgängen die Kraft zu sein, die die Zelle instand setzt, sich der Atome gewissermaßen wie der Figuren auf dem Schachbrett zu bedienen. Jedenfalls wird das Studium der Enzymwirkung uns manche Klärung und damit manchen Einblick bringen in das so eifrig bearbeitete Gebiet des Werdens und Vergehens der Reservestoffe, die für die Pflanze selbst wie auch für den Menschen so überaus wertvoll sind.

D. Die Vorbereitung der Rohstoffe für die Fabrikation.

1. Die Mälzerei.

a) Die Theorie der Malzbereitung.

Nach den vorhergegangenen Abschnitten „Rohstoffe“, „deren Bestandteile“ und „Enzyme“ erhellt deutlich, welch ungeheuren Wert ein Prozeß für unsere und die Gärungsindustrie haben muß, der es ermöglicht, die in den Rohstoffen schlummernden, an sich kaum zugänglichen Reserve- und Nährstoffe in einer der Fabrikation dienlichen Weise nutzbar zu machen. Dies geschieht in der Mälzerei, worunter man den künstlich durchgeführten Keimprozeß von getreide- und stärkehaltigen Früchten versteht, bei dem jene Enzyme zur Entwickelung gelangen, die das Stärkemehl in lösliche, vergärbare Kohlenhydrate und das Eiweiß in seine niederen Abbauprodukte umwandeln, also aus diesen nicht diffundierbaren Stoffen wasserlösliche, membrandurchdringende, der Hefe direkt zugängliche Körper bilden. Obwohl nun Malz, wie oben erwähnt, aus vielen stärkehaltigen Früchten hergestellt werden kann, so wollen wir dieses Kapitel doch ausführlich in bezug auf Gerste behandeln, da aus verschiedenen Gründen in der Gärungsindustrie in der Hauptsache Gerstenmalz verwendet wird. Der Mälzungsprozeß läßt sich ja mutatis mutandis leicht auch mit anderem Getreide wie mit Gerste durchführen, worüber am Schluß des Kapitels noch entsprechende Mitteilungen gemacht werden.

α) Das Rohmaterial und seine zu fordernden Eigenschaften. Für die erfolgreiche Mälzung ist natürlich die Qualität der Rohfrucht mit ausschlaggebend. Wir haben bei der Besprechung der Rohstoffe uns schon über die Eigenschaften unterhalten, die wir von einer guten, geeigneten Gerste fordern müssen. Da die Gerste so gut wie nie als Rohfrucht verwendet wird, sondern immer zur Vermälzung gelangt, gilt das dort Gesagte auch durchweg für die Gerste als Ausgangsmaterial zur Malzbereitung.

Da wir für die Brennereizwecke ganz im Gegensatz zur Brauerei fast ausschließlich die diastatische Wirkung des Malzes, nicht dessen Extraktgehalt im Auge haben müssen, die zu gewinnende Diastase aber fast direkt proportional dem Stickstoffgehalt der Gerste ist, die mittleren und kleinen Gersten, wie die russischen Gersten aber die eiweißreicheren und eiweißreichsten sind, so ergibt sich die Auswahl der Brenngerste, der Gerste für die Hefenfabrikation, von selbst. Die einheimischen Gersten kommen auch wegen des Preises für unsere Zwecke kaum in Betracht; wir sind für eiweißreiche kleine Gersten fast ganz auf das Ausland angewiesen. Wie wir unter Diastase sahen, enthält die Gerste schon als Rohfrucht eine bestimmte kleine Menge Diastase, Translokationsdiastase, die aber die diastatische Wirkung nicht in dem für unsere Zwecke nötigen Maße hat, sie äußert sich mehr als eine verflüssigende Kraft, die aber Stärkekleister z. B. sehr schwer angreift.

Die Diastase, welche die in der Rohfrucht vorhandene Stärke direkt anzugreifen und zu verzuckern vermag, ist die ebenfalls schon oben erwähnte

Sekretionsdiastase, die nur bei der Keimung entsteht. Die in Betracht kommende Gerste muß also nicht nur eiweißreich bei hinreichendem Stärkegehalt sein, sie muß auch eine Keimfähigkeit besitzen, die so ziemlich allen Körnern innewohnt, also mindestens 95 bis 98 Proz. der Körner umfaßt. Frisch geerntete Gerste sollte erst nach etwa zweimonatiger Lagerung in Angriff genommen werden, ihre Keimfähigkeit ist sonst meist so schlecht, daß man von einer Vermälzung am liebsten Abstand nähme. Aber die etwa zweimonatige Lagerung ändert oft das Bild ganz wesentlich, die Keimfähigkeit wird normal. Es ist deshalb anzuraten, die Gerstenbestände bzw. Käufe so zu halten, daß so lange noch Ware alter Ernte verarbeitet werden kann, bis die neue Ernte genügend trocken ist. Man hat nämlich festgestellt, daß frisch geerntete, schwer keimende Gersten durch einen künstlichen Trockenprozeß rasch verarbeitbar werden; doch kann für die Zwecke der Praxis die Benutzung dieser Tatsache nur ganz ausnahmsweise in Betracht kommen. Am besten ist, wie erwähnt, die Gerste bereits so zu kaufen, daß sie die nötige Lagerungszeit wegen der Keimfähigkeit hinter sich hat. Diese selbst ist aber in der Energie, mit der sie sich vollzieht, abhängig von dem Verhältnis des Keimlings zur Korngröße, zur verlangten Arbeit, ein Verhältnis, das auch wieder günstiger ist bei den kleinen, proteïnreichen, die also auch deshalb schon Aussicht auf diastasereiches Malz geben. Das Hektolitergewicht kann also nur als Mittel- und Minimalwert ausschlaggebend sein; geht dasselbe unter eine gewisse Größe herunter, dann bleibt nach der Keimung nur wenig vom Korninhalt noch übrig, und nur Diastase will man doch auch nicht mit dem Malz zuführen. Deshalb empfiehlt es sich für Brennerei- und Preßhefenzwecke Kleingersten, wie russische Futtergerste, rumänische, serbische Gerste usw., etwa mit einem Hektolitergewicht von mindestens 60 kg loco Fabrik bestimmt, zu kaufen. Für das alte Verfahren und zur Herstellung von Darrmalz möchte der Verfasser höher gewichtige Gerste empfehlen, die man jetzt in eiweißreicher ausländischer Ware ebenfalls ohne Eosinfärbung unter bestimmten einfachen Kautelen beziehen und einlagern kann. Der Besitzer hat dafür zu sorgen, daß der Platz für die zu Brennmalz bestimmte Gerste nur für diese benutzt wird und durch Führung eines Lagerbuches mit amtlichem Vordruck durch Eintragung von Eingang und Entnahme der Gerste die Behörde stets in der Lage ist, durch Inventur festzustellen, ob die Gerste nur zu Brennereizwecken verwendet wurde. Man kann so auch Gersten zum niederen Zollsatz zu Brennereizwecken beziehen, die ein Hektolitergewicht von 65 bis 66 kg haben, was, wie gesagt, für das alte Verfahren empfohlen sei. Für den Löwenanteil des Lüftungsverfahrens aber an der Hefenerzeugung empfiehlt sich angesichts der Steuerverhältnisse eine Gerste, die etwa 60—61 kg pro Hektoliter wiegt, gute Keimfähigkeit und Eiweißreichtum stets vorausgesetzt. Die äußeren Merkmale, nach denen sonst noch der Brauer etwa kauft, können für unsere Zwecke nicht so ausschlaggebend in Betracht kommen: Beschaffenheit der Schale, des Mehlkörpers, Farbe; dagegen muß der Geruch gut sein (s. oben unter „Gerste"). Dort wurde schon darauf aufmerksam gemacht, daß eiweißreiche Gerste meist glasigen Korninhalt hat, der aber schon beim Einweichen mehlig wird. Von gutem Einfluß ist auch eine ziemlich gleiche Größe der Körner, die ein gleichmäßiges Wachsen und Keimen mit bedingt, doch wird wohl heute in den meisten Fabriken darauf kein allzu großer Wert mehr gelegt. Die technischen Vervollkommnungen

des Mälzereibetriebes lassen diese Unterschiede der Korngröße ausgleichen, die ja nur dadurch fühlbar werden, daß die Weiche je nach der Korngröße rascher genügend ist und ein ungleiches Wachsen bedingen würde. Aber die Weiche selbst und die Behandlung während der Keimung kann so gehalten werden, daß eine Sortierung dieser kleinen Gersten nicht nötig ist. Dagegen ist eine Reinigung von Schmutz und Unrat durchaus nötig, wenn man ein schimmelfreies gutes Malz erhalten will. Diese mechanische Reinigung sollte nirgends unterlassen werden; den dann noch der Gerste anhaftenden bakteriellen und pilzlichen Verunreinigungen muß man in der Weiche beizukommen suchen. Besonders ist auf die Entfernung der beschädigten „Halbkörner" der Gerste zu achten, die natürlich nicht wachsen, dafür aber um so besser schimmeln. Obwohl die ausländischen Gersten überhaupt häufig dunklere Färbung bei tadelloser Beschaffenheit zeigen, möchte der Verfasser doch raten vorsichtig zu sein, wenn es sich um einen Gehalt an dunkleren Körnern handelt, die etwa die erwähnte Färbung gegen die Spitze zu aufweisen. Das wird dann meist eine verregnete, naß geerntete und dabei warm gewordene Gerste sein, oder eine Gerste, die erst beim Transport feucht und deshalb warm wurde. Diese Gersten werden oft künstlich rasch getrocknet und dann in kleinen Mengen guter Gerste beigemischt. Die Keimungsfähigkeit ist aber meist dahin, die dunkle Färbung nicht entfernbar und der Geruch läßt bei der unter „Gerste" angegebenen Prüfung zu wünschen übrig.

Ist die Keimfähigkeit aber gut, so dürfte der Verarbeitung nichts im Wege stehen; die Erwärmung ist dann wohl nur so weit gegangen, das Aussehen, aber nicht die Keimkraft zu schädigen. Wie unter „Gerste" schon angegeben, ist deshalb eine Wasserbestimmung durchaus vonnöten, die, wenn sie mehr als 12 bis 14 Proz. ergibt, Vorsicht beim Kauf, bei der Verarbeitung, unter Umständen Ablehnung der Ware erfordern dürfte. Für längere Lagerung, auch in Silos, z. B. über ein Jahr, müßte unbedingt der Wassergehalt noch kleiner sein und etwa 10 Proz. betragen. Nicht alle Fabriken sind groß genug, um Silo- und Lüftungsanlagen zu haben, mit denen man das Getreide leicht auf Normalwassergehalt zurückbringen kann, weshalb in diesem Falle, wie überhaupt, bei einem Kauf der Wassergehalt, der über 12 bis 14 Proz. hinausgeht, berücksichtigt werden muß.

β) Die Weiche. Wenn nun die Gerste keimen soll, so muß ihr, wie bei der Aussaat, Gelegenheit gegeben werden, die zur Einleitung des Keimungsprozesses nötige Feuchtigkeit aufzunehmen. Die Gerste wird zu diesem Zwecke mit Wasser in Berührung gebracht, mit dem sie sich bis zu einem gewissen Grade vollsaugen soll. Es ist nun selbstverständlich, daß für diesen Zweck, wo es sich um große Wassermengen handelt, die nicht sterilisiert werden können, nur einwandfreies Wasser genommen werden darf. Wenn auch ein gewisser Härtegrad nicht zu beanstanden ist, im Gegenteil, wie weiter oben öfter bemerkt, sogar fördernd auf die Weiche und den Keimungsvorgang wirkt, so muß doch vor allen Dingen, wie überall da, wo das Wasser mit den Rohstoffen und Produkten der Fabrikation direkt in Berührung kommt, so auch hier verlangt werden, daß alle jene Bestandteile fehlen, die auf die Herkunft des Wassers ein ungünstiges Licht werfen könnten (Ammoniak, salpetrige Säure, Salpetersäure), und daß das Wasser, praktisch genommen, bakterienfrei ist. Die Wasseraufnahme des Gerstenkornes ist ein wichtiger Vorgang des ganzen „Mälzerei" genannten Prozesses. Die im

Gerstenkorn schlummernden Kräfte werden durch das Wasser erst geweckt in Mengen, die weit über den dazu ungenügenden normalen Wassergehalt der ja lagerfesten Frucht hinausgehen. Die Weiche ist durchaus ausschlaggebend für den richtigen Verlauf der Keimung. Hat die Gerste z. B. nicht genügend Wasser aufgenommen, dann beginnt sie wohl zu arbeiten, hört aber bald mitten darin auf, und selbst große dann noch gegebene Wassermengen vermögen die Keimung nicht mehr zu unterhalten und weiterzuführen; die Gerste nimmt dann wohl das spät gegebene Wasser noch auf, kann sich dessen aber nicht mehr für den gewünschten Prozeß bedienen und verfällt mit ihrem Inhalt der Fäulnis.

Das Gegenteil ist aber ebenso gefährlich. Wenn die Gerste sich ganz mit Wasser vollgesogen hat, dauert es sehr lange, bis sie zu keimen beginnt; außerdem wächst sie dann auch noch sehr ungleichmäßig. Hat die Gerste aber nicht bloß dieses ungünstige Maximum der Quellung erreicht, sondern bleibt sie außerdem noch unter Wasser stehen, so ist ihre Keimmöglichkeit praktisch meist gleich Null; sie ist „totgequollen“ oder „ersäuft“, wie die Mälzer zu sagen pflegen. Den richtigen Grad der Quellung zu erkennen, gehört wie die ganze Mälzerei zu der „Kunst“ derselben. Viele erachten den richtigen Zeitpunkt für gegeben, wenn die einzelnen Körner, die Spitzen gegen Daumen und Zeigefinger gestellt, sich gerade zusammendrücken lassen. Dieses Kriterium fällt meist oder überhaupt mit dem weiteren zusammen, daß in dem geweichten Mehlkörper noch eine kleine Insel, etwa von Stecknadelkopfgröße, an trockener, nicht gequollener Masse vorhanden ist. Im Zweifelsfalle ist es sicherer, die Quellung eine Stunde zu früh abzubrechen, als den richtigen Zeitpunkt zu überschreiten. Man hat wohl Mittel und Wege, ein Zuwenig an Quellung später nachzuholen, aber nicht ein Zuviel mit seinen Folgen auszugleichen. Zahlen lassen sich für die Quellzeit nicht angeben; sie hängt ab von der Temperatur des Raumes, der Jahreszeit, des Wassers und last not least von der Herkunft und Beschaffenheit der Gerste selbst. Roggen Weizen und Hafer sind schneller quellreif als Gerste. Diese selbst ist je nach der Größe des Kornes, Art der Schale, der Zusammensetzung des Korninhalts verschieden schnell quellreif; außerdem spielen Quellmethode und Härte des Wassers eine Rolle. Je mehliger der Körper des Gerstenkornes als Rohfrucht ist, desto leichter quellfähig ist dieses; je glasiger (also meist eiweißreicher), desto längere Zeit beansprucht die Quellung, die nach neuesten Untersuchungen für heißes und kaltes Wasser eine Maximalgröße darstellt, die einfach schneller oder langsamer erreicht wird. Bis zu einem mittleren Härtegrad, wie ihn die Gebrauchswässer etwa aufweisen, geht die Quellung leichter vor sich und nimmt dann mit zunehmender Härte an Schnelligkeit ab. Besonders wichtig ist die Kenntnis des richtigen Weichungsgrades, der in seiner Hauptausdehnung meist schon mit etwa 70 Proz. des möglichen in 24 Stunden erreicht ist, dann, wenn, wie es jetzt im Brennereibetriebe meist der Fall ist, die geringeren, eiweißreichen, und verschieden große Körner enthaltenden ausländischen Gersten verarbeitet werden: hier gilt das oben Gesagte, lieber die Quellung etwas zu früh abbrechen, wenn auch die größten Körner noch nicht ganz den richtigen Feuchtigkeitsgrad haben, und bei der Keimung mit Wassergaben nachhelfen, durchaus aber nicht warten, bis auch die größeren Körner genügend quellreif sind, dann sind die kleineren über- oder gar totgequollen. Diese Vorsichtsmaßregel gilt

aber auch dann z. B., wenn zwei verschiedene Getreidearten zusammen vermälzt werden.

Sobald das Gerstenkorn nun genügend geweicht ist — dazu bedarf es nicht der Höchstmenge Wasser für die Mälzereiarbeit — beginnt sich der Keimling zu regen und sich mit Hilfe der von ihm zur Arbeit gereizten oder vorhandenen Enzyme — corpora non agunt nisi fluida — der ihn umlagernden Schätze zu bedienen. Die Enzymtätigkeit selbst ist daher von dem Sauerstoff kaum abhängig; der Keimling aber in seinem Entwickelungsstreben bedarf zur Atmung des Sauerstoffes, der ihm bei der Weiche nur in den geringen Mengen zur Verfügung steht, die im Korn selbst oder im Weichwasser vorhanden sind; mit größeren Sauerstoffmengen kann er sich bloß während des Ablassens und Erneuerns des Weichwassers sättigen. Das Sauerstoffbedürfnis während des Weichprozesses noch mehr zu unterstützen, veranlaßte Windisch, die sogenannte Luft-Wasser-Weiche auszuarbeiten und einzuführen. Dabei wird der Gerste nicht bloß beim nötigen Wechsel des Weichwassers kurz Gelegenheit zur Sättigung und Aufnahme von Sauerstoff gegeben, nein, das Wasser wird nach dem Ablassen erst nach einiger Zeit, einigen Stunden, wieder ersetzt, während welcher Zeit die Luft ungehinderten Zutritt zur bereits aufgequollenen Gerste hat. Meist beginnt bei dieser Quellungsarbeit schon das Gerstenkorn zu spitzen, d. h. den Wurzelkeim aus der Schale hervorzutreiben, so daß die Luft-Wasser-Weiche vor allem eine Zeitersparnis bedeutet, da der Anfang des Keimens schneller eintritt und die übrige Zeit des Behandelns der keimenden Gerste dadurch abgekürzt oder für intensiveres Wachstum frei wird. Bei dem neueren Gersten-Weich- und Lüftungs-Waschverfahren wird ein Teil der Vorteile des Windischschen Verfahrens, das der Verfasser auch im Betriebe ausgeführt hat, ebenfalls erreicht. Durch die von der Luft-Wasser-Weiche stammende erhöhte Keimungsfähigkeit ist aber in den ersten Tagen der Keimung Vorsicht geboten. Jedenfalls darf dabei in der Weiche nicht vergessen werden, daß trotz der längeren Lüftung die Gerste genügend quellreif wird. Es ist auch dieses Verfahren mit seinen Vorzügen stets den Verhältnissen des Betriebes und der Gerste anzupassen. Doch möchte der Verfasser nicht behaupten, daß nicht mit der gewöhnlichen Weiche auch ein gutes Malz erreicht werden könne: der Hauptvorteil der Luft-Wasser-Weiche ist etwas Zeitersparnis, weil die Gerste früher spitzt und deshalb z. B. bei Tennenarbeit die Tenne früher verlassen kann.

Ein neueres Heißwasser-Quellungs-Verfahren ist, was seine technischen Erfolge anlangt, noch etwas umstritten; seine Durchführung scheint in der Praxis wegen seines schwereren Anpassungsvermögens an die verschiedenen Gerstenqualitäten, die zur Vermälzung gelangen, also wegen seiner empfindlichen Arbeit nicht besonders leicht zu sein. Die Abkühlung der mit Heißwasser behandelten Gerste soll nicht so viel kaltes Wasser benötigen, als bei Durchführung der Quellung nur mit Kaltwasser. Es sollen auch schon einige Betriebe danach arbeiten und der Lüftungs-Kalk-Weiche gegenüber Vorteil erzielen. Einerseits soll auch der Schwund bei der Mälzung durchschnittlich um 1 bis 2 Proz. geringer sein je nach Art des Malzes (Münchener oder Pilsener Malz) und andererseits soll deshalb die Extraktausbeute des Malzes sich steigern. So baut die Firma Topf u. Söhne Gerstenweichen für ein Heißwasserweichverfahren, Patent Somló, für das sie die Lizenz zu vergeben hat. Die Heißwasserbehandlung erspart jedwede antiseptische Behandlung der

Gerste in der Weiche wie mit Kalk z. B. und entzieht dem Spelz Farb- und Bitterstoffe, so daß sogar dunklere, verregnete Gersten zu hellem Malz sollen verarbeitet werden können. Irgendwelche Schädigung der Keimfähigkeit tritt nicht ein.

Ganz gleich, welchen Quellungsprozeß die Gerste durchgemacht hat, so darf sie quellungsreif weder säuerlich noch gar faulig riechen. Das kurz nach der Einquellung entweichende Gas ist wohl nur dem Getreide anhaftende Luft; später dann, bei Beginn des Atmungsprozesses des Keimlings tritt Kohlensäure auf. Jede anderweitige Gasentwickelung ist verdächtig und hängt mit unerwünschten Zersetzungsvorgängen zusammen. Interessant sind die Quellungswässer, die nach des Verfassers Beobachtungen fast die Hälfte ihres Trockensubstanzgehaltes an Mineralstoffen enthalten; der Rest besteht aus organischen Substanzen, geringen Zuckermengen und Eiweißstoffen. Lermer fand in solchen Wässern auch hauptsächlich Zuckerarten und ziemlich bedeutende Bernsteinsäure-Mengen. Dieser Trockensubstanzgehalt der Weichwässer, der in dem ersten meist nur aus Salzen, in dem zweiten und dritten mehr aus Organischem besteht, bedeutet natürlich einen unangenehmen Verlust an der Trockensubstanz der gemälzten Gerste, den man gerne vermeiden möchte. Er ist der bei kleinen Gersten etwas größer als bei großen und beträgt bei Gerste, Roggen, Weizen ungefähr 1,2 bis 1,3 Proz., bei Hafer 2 Proz. Der mineralische Gehalt der Quellungsabwässer besteht fast zu $^3/_5$ aus Kali, der Rest dann noch größtenteils aus Kochsalz und Phosphorsäure mit geringen Beimengungen von Natrium, Kalk, Magnesia, Kieselsäure. In den vom Verfasser untersuchten Gersten- und Roggen-Weichwässern traf der Hauptanteil des mineralischen Gehaltes ebenfalls auf Kali (50 bis 60 Proz.) und Phosphorsäure (10 bis 20 Proz.). Der Verfasser hat sich mit diesen Mälzerei-Wässern deshalb besonders beschäftigt, weil er die Beobachtung gemacht hatte, daß ein kleiner Zusatz davon zu einer Gärung dieselbe außerordentlich fördert, was besonders im Laboratorium in kleinen Versuchen mit Rohrzuckerlösungen (Rohrzucker und Weichwasser) bei Gegenüberstellung von Kontrollversuchen leicht zu sehen ist. Bei der bekannten physiologischen Wirkung der im Weichwasser in der Hauptsache enthaltenen Salze auf die Gärung war ja ein günstiger Einfluß vorauszusehen. Der technischen Verwertung aber der Weichwässer, der die Versuche galten, stellte sich die bedauerliche Tatsache entgegen, daß diese Weichwässer auf die bei der Fabrikation üblichen niederen Verzuckerungs- und Sterilisierungstemperaturen erhitzt sozusagen ihre ganze Wirkung auf die Förderung der Gärung verloren: der wirksame Bestandteil muß also größtenteils enzymatischer Natur sein, da die noch vorhandenen Mineralstoffe nach dem Erhitzen des Weichwassers auf etwa 60° nicht mehr besonders in Erscheinung treten. Da diese Weichwässer aber direkt ungemein leicht zersetzlich sind, ist ihre Verwendung nur denkbar, wenn sie wenigstens die Temperaturen ertragen, die sonst aus Rücksicht auf die wirksamen Enzyme gewählt werden. Zwei mit Rohrzucker in Weich- und destilliertem Wasser gemachte Gärproben zeigten die ungemein kräftige Wirkung des Weichwassers auf die Gärung, aber auch die leichte Zersetzlichkeit der vergorenen Weichwasser-Zuckerlösung gegenüber der Rohrzuckerlösung in destilliertem Wasser, die natürlich zur Kontrolle unsterilisiert verwendet wurde. Es gehen also durch die Weichwässer ungemein wertvolle Stoffe verloren, so daß jede mögliche Ersparnis an Wasser während der Weiche eine doppelte Wirkung hat.

γ) Die Keimung. Dieser Vorgang vollzieht sich, was die äußerlich sichtbaren Veränderungen des Kornes anlangt, etwas anders, je nachdem z. B. Gerste und Hafer mit der harten sparrigen Schale ihrer Spelze oder Roggen und Weizen, die keine Spelze besitzen, zur Verarbeitung gelangen. Der Hauptsache nach enthalten alle in Betracht kommenden Mälzereirohstoffe, was den morphologischen Bau anlangt, den Keimling, den Mehlkörper einschließlich der übrigen Reservestoffe wie Eiweiß und Fett, Endosperm genannt, und die mehr oder minder ausgebildete Hülle. Der Keimling stellt die künftige Pflanze in ihren Uranfängen dar, läßt aber bereits die künftigen Teile wie Wurzel, Stengel und Blatt erkennen. Das Endosperm ist die Vorratskammer, aus der der Keimling durch seine Helfer, die Enzyme, die Nährstoffe holen und zubereiten läßt. Der Botaniker nennt den für die oberirdischen Teile der künftigen Pflanzen dienenden Teil des Keimlings „Plumula", den für die Wurzel bestimmten „Radicula"; die Praxis hat dafür die termini technici „Blattkeim oder Graskeim" und „Wurzelkeim". Bei der Keimung, die eine Folge des geschilderten Quellungsvorganges ist, schiebt sich nun der Blattkeim bei Gerste und Hafer bei Herstellung des Kurzmalzes nur unter dem Spelze fort, und ist durch diesen deutlich sichtbar. Nur bei Herstellung von sogenanntem Langmalz tritt auch der Blattkeim unter dem Spelze aus; eine früher nicht gern gesehene und heute in der Brauerei noch ungern bemerkte Erscheinung. In der Brennerei, in der man mit wenig Malz sehr viel andere Rohfrucht verzuckern muß, hat man sich den mit dem Blattkeim wachsenden Diastasegehalt im Langmalz zunutze gemacht; für die Hefenindustrie kann Langmalz nicht in Frage kommen, obwohl der Verfasser der Ansicht ist, daß einige sichtbare Blattkeime, „Husaren", wie diese stark ausgewachsenen Körner von den Mälzern gerne genannt werden, für die Bereitung einer guten Preßhefenmaische, also zur Gewinnung von gutem Malz beim Mälzen abgewartet werden sollen. Da die Gerste als Malz doch in Mengen verarbeitet wird, die sie nicht bloß als Diastaselieferant erscheinen lassen können, so erhellt von selbst, daß man genügend diastasereiches Malz mit wenig Keimungsverlust erzielen will.

Bei Roggen und Weizen, die keinen Spelz besitzen, tritt der Blattkeim zugleich heraus mit dem Wurzelkeim, der selbst auch bei den spelztragenden, Gerste und Hafer, sofort bei eintretender Keimung beim „Spitzen" sichtbar ist. Wie alle chemisch-physiologischen Prozesse geht die Keimung unter Wärmeentwickelung vonstatten, handelt es sich doch um den Abbau und die Aufschließung all der Reservestoffe für den Keimling, die dieser wieder zum Aufbau seines Zellgewebes, seiner Pflanze braucht. Da der Sauerstoff der Luft auf diese Vorgänge von großem Einfluß sich erwiesen hat, bezeichnete man die bei der Keimung stattfindende Spaltung der Reservestoffe in Wasser und Kohlensäure als Atmung. Wir können dabei begründeterweise an einen Verbrennungsprozeß denken, umsomehr, als bei der Keimung ganz bedeutende Wärmemengen frei werden, die bei Nichtbeachtung groß genug sind, um die keimende Masse zu zerstören und unwirksam zu machen. Auch die entwickelte Atmungskohlensäure würde schon, wenn nicht entfernt, die Keimung hintanhalten und hemmen können. In ausgekochtem Wasser keimt z. B. gequellte Gerste nicht und in einem verschlossenen luftenthaltenden Gefäße nur so lange, bis der Sauerstoff verbraucht ist. Merkwürdig ist dabei die Beobachtung, daß die gebildete Kohlensäure weniger Sauerstoff als vor-

handen war entspricht, was wahrscheinlich mit der verschiedenen chemischen Zusammensetzung der zu oxydierenden Körper, wie Fette, Eiweiß und Kohlenhydrate zusammenhängt. In den verschiedenen Instituten sind eingehende Untersuchungen über die Atmungsvorgänge während der Keimung angestellt worden. Da aber heute selbst die kleinsten Hefenbetriebe Mälzereien mit Lüftungsmöglichkeit des Keimgutes haben, wobei die schädlichen Gase rasch und schnell daraus entfernt werden können, sei für diejenigen, die noch reine Tennenmälzerei haben, bemerkt, daß die ausgeatmeten Kohlensäuremengen ganz beträchtlich sind und deshalb dringend nach genügender Lüftung der Tennen verlangen. Nach Arbeiten von Schütt im Berliner Institut entwickeln sich in 9 Tagen aus 100 kg Trockensubstanz rund $5^1/_2$ cbm Kohlensäure, die einem Trockensubstanzverlust von rund 6,7 Proz. entsprechen.

Je höher die Haufen geführt werden und geführt werden müssen, da besonders die Tennenmälzereien oft für normale Zeiten zu klein sind, desto stärker wird die Erwärmung und Atmung der Gerste, desto mehr muß also für genügende Lüftung der Tenne und der Haufen gesorgt werden, wenn nicht die Kohlensäure den Keimling schädigen und schwächen soll.

Wie schon bemerkt, geht mit dem Keimungsvorgang eine große Wärmeentwickelung einher, die natürlich um so bedeutender ist, je mehr die Wärmeabgabe nach außen gehindert ist, z. B. in hohen Schichten. Mit welcher Geschwindigkeit die Temperatur unter Umständen zu steigen vermag, davon kann jeder Praktiker der Mälzerei erzählen; es könnten Temperaturen vorkommen, die die Vernichtung der keimenden Gerste bedeuten. Jedenfalls ist — unter besonderen Verhältnissen natürlich — die Gefahr gegeben, daß höhere als eigentlich beliebte Temperaturen auftreten, die dann in jeder Beziehung ungünstig wirken, weil sie einerseits wohl Gras- und Wurzelkeim gedeihen lassen ohne die Gegenleistung der Bildung von viel Diastase und Aufschließung des Mehlkörpers, und andererseits nur dem Wachstum der Mikroorganismen zugute kommen, mit denen das Malzgetreide selbst bei bester Waschung gesegnet ist. Da der Keimling den ganzen Prozeß einleitet und unterhält, so treffen wir auch die größte Arbeitsleistung bei den kleineren und mittleren Gersten, die sehr eiweißreich sind. Diese Gersten erzeugen bei der Keimung mehr Wärme als die eiweißarmen, großen, sogenannten Braugersten und brauchen — das weiß der Praktiker — zu ihrer Aufschließung mehr Wärme und mehr Zeit; sie gehören also zu den sogenannten „hitzigen“ Gersten. Es müssen eben bei jeder Gerste — das ist die „Kunst“ des Mälzens — die ihr zukommenden physiologischen Bedingungen entsprechend gewählt werden: Einhaltung günstiger Temperatur bei der Keimung mit vorausgegangener richtiger Quellreife und Zuführung von frischer Luft zur richtigen Zeit. Mit diesen drei Faktoren regelt der Mälzer vollständig seine Arbeit, mit ihnen muß er je nach Bedürfnis ab- und zugeben. Führt er die Keimung wärmer, dann weiß er auch, daß mehr Wasser verdunstet und deshalb wieder ersetzt werden muß, und daß auch die Haufen mehr Kohlensäure ausatmen, also öfter gelüftet werden müssen. Kleine Gersten haben deshalb den Vorteil, daß sie lockerer liegen und mehr Luft zirkulieren lassen. Deshalb ist die Zuführung von frischer und kühler Luft zur Tenne eine Grundbedingung für die Gewinnung guten Malzes; wenn das wachsende Getreide gewendet, umgearbeitet wird, so muß die Luftströmung groß genug sein, die Kohlensäure aus den schaufelweise gehobenen kleinen Mengen nicht bloß auszutreiben, sondern auch aus dem

Raum zu verdrängen, um zu vermeiden, daß die spezifisch schwere Kohlensäure sich langsam wieder zu Boden senkt, die keimende Gerste bedeckt und durchdringt. Wo reine Tennenmälzerei vorliegt, sollte wenigstens die Möglichkeit gegeben sein, durch künstliche Lüftung für Erneuerung der Tennenluft sorgen zu können. Die Verbesserungen der Mälzerei sehen ja alle mechanische Lüftung durch Einblasen von Luft in das keimende Getreide vor. Bei reiner Tennenmälzerei ist man nun wegen der ungenügenden Lüftungsmöglichkeit gezwungen, die Haufen recht nieder zu halten, so daß stete Diffusion der Gase in die Luft erfolgen kann und die Haufen sich infolgedessen nicht zu sehr erwärmen können, eine Sorge, die die moderne Mälzerei-Maschinentechnik genommen hat. Obwohl nun mit Wasserdampf gesättigte Luft für die Abkühlung und Lüftung am erwünschtesten ist, so hat sie doch den Nachteil, schwächer zu kühlen, als trockene Luft, die dem Malz Wasser entzieht; dieses verdunstet und bewirkt dadurch Abkühlung. Nun ist ja allerdings die Abkühlung größer als die Wärmeentwickelung infolge der Lüftung; aber durch das Austrocknen der Gerste sind Wassergaben wieder nötig, die unter Umständen die Gerste recht heftig arbeiten lassen. Je nachdem muß eben auch hier der Mälzer die richtige Lüftung mit feuchter bis trockener Luft vorzunehmen wissen.

All das hängt von der Haufenführung ab. Ist die richtige Quellreife da, dann ist wohl die Grundlage zu guter Keimung gegeben, aber unrichtige Behandlung bei der Keimung kann diese illusorisch machen. Vor allem hat der Mälzer die Temperatur zu wählen, die als günstigste der betreffenden Gerste zusagt. In bezug auf niedrige Temperaturen verhalten sie sich alle gleich, bei diesen geht die Diastasebildung langsam und ungenügend vor sich Andererseits darf man nicht vergessen, daß langes Gewächs (langer Blatt- und Wurzelkeim) z. B. durch Warmführung leicht und schnell zu haben ist, aber auf Kosten der Diastase und der Aufschließung, also nur dann Gutes bedeutet, wenn die reichliche Keimung langsam bei der günstigen Aufschließungstemperatur erhalten ist. Das natürliche Keimungsoptimum liegt nahe bei 25°, vermutlich, weil im Boden der Kampf mit allerlei Mikroorganismen vorliegt, in dem der Keimling sich und sein Produkt am schnellsten, weil am sichersten, entwickelt; es gelten eben im Boden doch ganz andere Zwecke für die Keimungsarbeit. Die Reservestoffe werden für den Keimling abgebaut und befähigen den Keimling zu flottem Aufbau der jungen Pflanze; je rascher das geschieht, desto sicherer stehen die Reservestoffe nur dem Keimling zur Verfügung. Anders bei der Mälzung, wo die Keimung, die Bildung der jungen Pflanze in ihren Anfängen nur Mittel zum Zweck ist, weil sie nebenher die Aufschließung des Körpers und die Bildung der Diastase und der anderen Enzyme verursacht. Die Erfahrung hat demnach die Keimungs-Optimal-Temperatur für die Malzbereitung viel tiefer als die natürliche anzusetzen gelernt. Dabei wird die Schar der die Gerste besiedelnden Mikroorganismen ganz bedeutend im Schach gehalten, die sich fast aus lauter unlieben Gästen der künftigen Gärung zusammensetzt und, wie schon erwähnt, selbst bei bester Waschung der Gerste nicht ganz zu entfernen ist. Die schädlichen darunter sind aber außerdem luftempfindlich, anaërob, d. h. gedeihen bei Luftabschluß besser. Daraus ergibt sich als Regel, daß ein langsam und kühl geführtes Malz nicht bloß besser aufgeschlossen und diastasereicher, sondern auch freier von Kulturen von unangenehmen Mikroorga-

nismen ist. Eine Tatsache, die sich aus einem Preisausschreiben des Vereins der Spiritusfabrikanten 1892/1893 ergab und wohl überall bestätigt werden konnte. Die niedrigste Temperatur ist schwer anzugeben, bis zu der etwa gegangen werden könnte, ohne die Keimung zu hemmen und zu schwächen. Nach den Erfahrungen des Verfassers sollte man da, wo man die Temperatur regulieren kann (in modernen Mälzereien, aber auch in einfachen Tennenmälzereien mit Kühlsystem und künstlicher Ventilation) die Temperatur nicht unter 10° C (8° R) sinken lassen. In einfachen Tennen ist das im Winter z. B. nicht immer möglich und auch dann nicht so wichtig, wenn eiweißarme Gerste vermälzt wird.

Bei den Brenngersten, die sehr stickstoffhaltig sind, sollte nicht unter 10° heruntergegangen werden. Diese Gersten erwärmen sich sehr energisch, brauchen aber auch, wie schon bemerkt, höhere Temperaturen, um die nötige Aufschließung des Endosperms in der gewünschten Zeit und überhaupt zu bringen. Der Verfasser glaubt hier sicher mit vielen einer Meinung zu sein, wenn er ausspricht, daß die Vermälzung der sehr eiweißreichen Gersten des Auslandes manche alte liebe Erfahrung außer Kraft setzen mußte, ehe es gelang, daraus tadelloses Material zu erhalten. Die ganz hocheiweißreichen Gersten sind mit normalen Temperaturen kaum zur Lösung zu bringen. Gelingt es bei 15 bis 17° im Mittel oder zwischen 12 bis 20° als Grenze (eine mittlere Temperatur läßt sich ja in der Praxis nicht halten) eine deutsche oder auch ausländische sogenannte Braugerste mit viel Stärke und wenig Eiweiß günstig zu vermälzen, so muß man mit den kleinen, eiweißreichen manchmal bis 22,5° gehen, um das Ziel zu erreichen. Es leuchtet deshalb auch ein, warum die ganz tiefen Temperaturen vermieden werden sollten; die Abkühlung von 18 auf nur 10° bedeutet für den wachsenden Organismus schon eine Abschreckung, die besonders bei den Russengersten unangenehm empfunden wird. Bei diesem Rohmaterial ist es manchmal nicht leicht, das Keimgut in „Schweiß" zu bringen, zu der erhöhten Tätigkeit anzuregen, die dem Eiweiß-Stärkekörper beizukommen vermag. Der Verfasser möchte beinahe behaupten, daß er mit pneumatischer (Lüftungs-) Mälzerei im Sommer das beste Malz aus Russengerste bekommen kann. Die Abkühlung der warmen Außenluft kann nicht so weit getrieben werden, so daß öfter gelüftet werden muß, wodurch nicht so tiefe Abkühlungstemperaturen erreicht werden; während im Winter oft unter Anwärmung der eingeblasenen Luft es nicht vermieden werden kann, daß die Minimaltemperatur von 10° herunter von etwa 20° zu schnell erreicht wird. Im Sommer bewegt sich die Mälzung mehr auf der mittleren guten Linie von etwa 14 bis 15° mit geringen Schwankungen von 12 bis 20° am Ende und vor Beginn der Lüftung. Im Winter dagegen — besonders bei hocheiweißreichem Material — konnte der Verfasser oft mit Erfolg Erwärmung bis 22,5° in den Haufen eintreten lassen, um die gewünschte Lösung zu erzielen; doch hält es sehr schwer, im Winter bei der Lüftung — Trommelmälzerei vielleicht ausgenommen — nur bis auf 12° etwa zu kommen; meist muß eben verlängerte Keimdauer im Winter helfen. Für normal eiweißhaltige Gersten ist die Auflösung leicht bei kürzerer Dauer und niederer Temperatur zu erreichen.

Über das äußere Aussehen des Gerstenkornes bei richtiger Aufschließung und genügender Keimung sind die Ansichten lang auseinandergegangen. Sind doch die Ziele der Mälzerei verschiedene, je nach dem Zwecke, dem das Malz

dienen soll. Der Brauer will genügende Aufschließung mit möglichst geringem Verlust am Mehlkörper; er verzuckert oder verarbeitet ja auch nur die Stärke seiner Gerste im Malz.

Der Spiritusbrenner, der z. B. nur Kartoffeln oder Mais verarbeitet, benutzt die kleinste Menge Malz, mit der er die Stärke seiner Rohfrucht verzuckern kann. Je diastasereicher, besser je wirksamer es diastatisch ist, desto mehr kann er am Malz sparen; da hat sich denn die Praxis mehr und mehr der Herstellung von Langmalz zugewandt. Ähnlich bezüglich des Zweckes der vermälzten Gerste liegen die Verhältnisse in der Hefenindustrie: auch hier gilt es, mit dem zugesetzten Malz die ganze Stärke der übrigen Rohfrucht zu verzuckern; aber die Menge des verwendeten Malzes bzw. der Gerste ist doch so groß, daß sie auch als Einmaischmaterial zu gelten hat und berechnet ist. Man will von ihr also als Malz wohl hervorragende Verzuckerungskraft aber mit geringstem Aufwand an Keimungsverlust, da das angegriffene Eiweiß und der zerreiblich gewordene Mehlkörper wertvolle Nährstoffe für die Hefe darstellen, die den bei der Mälzung auftretenden Enzymen leicht anheimfallen. Für die Hefenindustrie kann also Langmalz nicht in Frage kommen. Bis vor kurzem nahm man nun allgemein an, daß, wenn der Blattkeim unter dem Spelz etwa $^3/_4$ bis $^4/_5$ der Kornlänge erreicht habe, das Maximum an Wirkung des Malzes erreicht sei; immer mäßiges Wachstum bei mittlerer Temperatur vorausgesetzt. Hervorbrechende Blattkeime „Husaren" waren schwere Fehler; besonders in Brauerkreisen war man der Ansicht aus leicht begreiflichen, praktischen Gründen. Aber der Zwang der Verhältnisse hat auch hier Wandel geschaffen; er nötigte zur Verwendung der Eiweißgersten Rußlands, denen eine Lösung nach bisherigem Schema gar nicht abzuringen ist. Für Hefenerzeugung ist aus rein technischen Gründen die Verwendung von Langmalz ausgeschlossen: in unserer Fabrikation soll das Malz sehr gut verzuckern und trotzdem mit geringstem Wachstumsverlust zur Verwendung gelangen. Als Minimum zur Erreichung guten Malzes aus russischer oder hocheiweißreicher Gerste möchte der Verfasser eine neuntägige Keimdauer bezeichnen; wenn angängig, wähle man aber lieber etwa 11 Tage. In dieser Zeit treibe man den Blattkeim etwa bis zum Herausbrechen aus der Schale oder noch etwas darüber hinaus. Bei dem unsortierten, ungleichen Material ist dann ohnehin nicht zu vermeiden, daß eine Anzahl Körner noch stärker ausgewachsen ist.

Beim Einquellen ist also stets dafür zu sorgen, daß selbst bei etwas unerwartetem Mehrbedarf an Hefe noch genügend altes Malz da ist.

Der Wurzelkeim ist von geringerer Bedeutung für die diastatische Beurteilung des Malzes. Doch ist es kein gutes Zeichen, wenn er langgestreckt und dünn gewachsen ist: er muß kräftig und gekräuselt sein. Hayduck konnte bei schwerer Gerste mit 9,81 Proz. Proteïnen und dem Hektolitergewicht 70,3 die Diastasewirkung im Mittel von zwei Versuchen von 100 bei kurzer Mälzung auf 128,5 bei langer Mälzung angewachsen feststellen; bei leichter Gerste mit 11,62 Proz. Proteïn und Hektolitergewicht 62,1 eine Steigerung von 100 auf 160,5. Man sieht auch hier wieder, daß die Diastasewirkung wächst mit dem Proteïngehalt, also mit der ihr bevorstehenden Aufgabe, eine Beobachtung, die einem fast in Widerspruch stehend erscheinen könnte mit der Betrachtung der Enzyme als Katalysatoren, von denen eine geringste Menge dauernd den größten Anforderungen genügen soll.

Doch ist die Tatsache nicht abzustreiten, daß eiweißreichere Gersten vermälzt, entsprechend stärker zu verzuckern vermögen als eiweißarme. Nach Effront wächst (s. Tabelle V) mit dem Verzuckerungsvermögen des Malzes auch seine Verflüssigungskraft bei langer Keimdauer und zwar vom 6. bis 30. Tage und bei einem Wachstum des Blattkeims von $^1/_4$ bis zu dreifacher Länge des Korns; das Verzuckerungsvermögen (s. später unter Malzbestimmung) steigt von 106 auf 218, das der Verflüssigung (s. ebenda) von 666 auf 4000. Das Maximum der Diastasewirkung liegt aber beim 23. Keimungstage mit 250, von wo sie bis 218 wieder abnimmt. Bei „Diastase" wurde schon bemerkt, daß ihre verflüssigende Kraft am stärksten sei nach vorheriger Schwächung der diastatischen Wirkung.

Tabelle V.

Keimdauer Tage	Verzuckerungsvermögen	Verflüssigungsvermögen	Länge des aus dem Korn ausgetretenen Blattkeims
6	106	666	$^1/_4$ Kornlänge
8	118	1000	—
10	167	1140	—
11	170	1600	$^3/_5$ 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	—

Aus der Effrontschen Tabelle geht aber auch hervor, daß am 11. Tage bei einem Blattkeim von $^3/_5$ Kornlänge eine diastatische Kraft von 170 bereits vorhanden war, die bis zum 14. Tage (Blattkeim = ganze Kornlänge) auf etwa 140 bis 138 fällt, um am 16. Tage die Zahl 180 und am 23. Tage (Blattkeim = doppelte Kornlänge) das Maximum mit 250 zu erreichen.

Die Effrontsche Tabelle läßt aber doch auch schließen, daß vom 18. Tage an ein besonderer Vorteil nicht mehr winkt und ein für Brennereizwecke mehr als gutes Grünmalz vorliegt. Nach Ergebnissen der Praxis der Brennerei ist damit genau das gleiche Resultat erreicht worden, wie mit länger gewachsenem Grünmalz.

Die oben vom Verfasser für Grünmalz oder Malz für Preßhefenfabrikation angegebene Keimdauer von 11 Tagen dürfte in der Effrontschen Tabelle einige Bestätigung finden, zumal dabei in Anbetracht des eiweißreichen Rohmaterials mindestens ein gerade unter dem Spelz sich vorschiebender Blattkeim verlangt wird.

Die diastatische Kraft des gut geführten Grünmalzes ist am 11. Tage dann genügend, auch ohne daß der Blattkeim bereits bis zu $^3/_5$ der Kornlänge ausgewachsen ist.

Mit der Handhabung der Praxis stimmt auch nicht überein, daß Effront bereits am 6. Tage den Blattkeim um $^1/_4$ Kornlänge herausgetrieben hatte; der Verfasser hat bei solchen Versuchen schlechte Ergebnisse zu verzeichnen gehabt, was ja vorauszusehen ist, da ein Heraustreiben des Blattkeimes in sechs Tagen um $^1/_4$ Kornlänge nicht den Gesetzen der Kunst des Mälzens entspricht.

Das Malz ist diastasereicher, besser gesagt diastasekräftiger, wenn erst am 9. und 10. Tage der Blattkeim unter dem Spelz hervortritt und im Verlauf des 11. Tages deutlich herausragt.

Den Rückgang der Verzuckerungskraft vom 11. bis 14. Tage bei steigender Verflüssigungskraft in Effronts Tabelle führt der Verfasser auf das geile Wachstum des Keimgutes zurück, das bei Effront am 6. Tage bereits einen um $^1/_4$ der Kornlänge aus dem Korn herausstehenden Blattkeim hatte. Erfahrungsgemäß fallen warm geführte, schnell gewachsene Malze rasch ab und erreichen nie die gleiche Höhe diastatischer Kraft, wie die bei gleichem Gewächs langsam und kühl geführten Malze. Das hat der Praktiker oft genug erfahren, wenn er bei unvorhergesehener Mehrbeanspruchung der Mälzerei versuchte, durch Warmführung die Keimdauer um einige Tage abzukürzen, um dann allerdings das gleiche Gewächs, den gleichen Keimungsverlust aber bei bedeutend geringerer enzymatischer Kraft des Malzes zu erhalten. Gerade die ersten 5 bis 6 Tage sollte man nicht treiben; bei den für uns in Betracht kommenden Eiweißgersten ist das wohl auch nicht nötig; ihre Keimung geht mit größerer Wärmeentwickelung vor sich als bei den eiweißarmen Gersten, so daß allem Anschein nach der Eiweißabbau eine größere Atmung des Keimlings, eine stärkere Verbrennung verlangt. Außerdem ist der wachsende Blattkeim ein starker Verbraucher der im Korn lagernden Reservestoffe: der Hefenfabrikant wird ihn also nur so weit treiben, daß er dabei ein für seine Zwecke und seine Malz-(Gersten-)gabe genügend diastasereiches Malz erhält. Werden minimal etwa 30 Proz. der Einmaischung an Gerste genommen, dann wird bei der oben vom Verfasser geforderten Keimungsdauer ein Malz erhalten, das vollauf der Arbeit gewachsen ist. Dabei möchte der Verfasser ausdrücklich betonen, daß nicht die diastatische Kraft allein es ist, die ihn bei Verarbeitung eiweißreicher Gerste veranlaßt, eine Optimalkeimdauer von etwa 11 Tagen vorzuschlagen. Wenn 30 Proz. und mehr Gerste als Malz zur Verwendung gelangen, kommt diastatische Kraft genug zur Verteilung in die Maische; aber mit ausschlaggebend bei der längeren Keimdauer ist die Notwendigkeit, das Eiweißmaterial der keimenden Gerste so abbaufähig wie möglich im Malze für den Maischprozeß zu erhalten. Oft hätte man nach 9tägiger Führung bei mittlerer Temperatur mit den größeren Gerstenmengen, die zur Verarbeitung gelangen, gewiß schon Diastase genug im Malze, um damit gute Verzuckerung ihrer eigenen Stärke und der der zugemaischten Stärke der anderen Rohstoffe zu erzielen, aber der Eiweißabbau ist noch ungenügend; der Maischprozeß geht am größten Teil der Albumine, die bei der Keimung nicht weit genug gespalten sind, ohne große Einwirkung vorüber; beim Sterilisieren der Maischen scheiden sich die ungenügend abgebauten Albumine aus. Gibt man nun einige Tage der Keimung zu und

fürchtet sich nicht vor Erwärmungstemperaturen keimender sehr eiweißreicher Gerste, die bei Verarbeitung der zahlreichen eiweißarmen unbekannt sind, dann erhält man leicht sehr diastase- und peptasestarke Malze, deren Eiweiß beim Maischprozeß leicht weiter der peptischen Zersetzung unterliegt.

Man sieht, wie die Arbeitsweise der Mälzerei sich verschiebt, je nach der Verwendungsart des Malzes. Der Brauer verarbeitet nur Gerste als Malz bei der Maische, hat also selbst bei diastaseschwächerem Malz genügend Enzym zur Verfügung, kann also auf Ersparnis an Extraktausbeute Rücksicht nehmen. Der Brenner, der nur Spiritus erzeugt, beschränkt die Gersten-(Malz-)gabe auf das Minimum, mit dem er die Stärke seiner Rohfrucht aufschließen kann; bei den 2 bis 5 Proz. Malzgabe spielt also nur die diastatische Kraft eine Rolle, deren Anwachsen für ihn die Möglichkeit bedeutet, weniger Gerste als Malz zu nehmen. Der Hefenfabrikant benutzt das Malz als Zumaischform seiner Gerste; es ist für ihn sowohl Enzymträger wie Nährstofflieferant. Unter diesem will er aber auch das Eiweiß, das dem Brauer ein unlieber Gast ist, völlig für sich nutzbar machen können. Daher bedeutet ihm die Mälzung nicht bloß Erzielung der diastatischen Kraft im Malz, Aufschließung des Endosperms, sondern besonders auch Erweckung peptischer Kräfte, die das Eiweiß in für den Maischprozeß zugängliche Körper bereits abbauen. Diese peptische Kraft, die Peptase, bildet sich schon in den ersten Tagen; aber eigentlich erst, nachdem bereits die diastatische Aufschließung einen ziemlichen Grad erreicht hat, haben die peptischen Kräfte Zeit, außer der Eiweißaufschließung für die Diastase und den Keimling den Rest des Eiweißes anzugreifen und löslich zu machen. Ist es doch nicht ausgeschlossen, daß die Peptase mit ihrer Arbeit erst die Diastase arbeitsfähig macht, der peptatische Prozeß also der Vorläufer des diastatischen ist. Außerdem erweisen sich immer die Eiweißstoffe der eiweißarmen, vollen Braugersten viel leichter zugänglich für die Peptase, während die eiweißreichen Brenngersten ihren Vorrat an Eiweiß sehr ungern freizugeben scheinen. Das geht unbedingt hervor aus den höheren Temperaturen, die diese Gersten bei der Keimung nicht bloß ertragen, sondern verlangen. Wer also aus eiweißreichen Gersten ein nicht bloß diastatisches, sondern auch peptatisches also allseits brauchbares Malz haben will, der mache sich etwas frei von den allgemeinen Kunstregeln der Mälzerei und lasse ruhig die keimenden Haufen etwas wärmer als gewöhnlich werden; der Verfasser selbst hat in bestimmten Fällen bei sehr eiweißreicher Gerste die Keimung bis auf 22,5° mit Erfolg ansteigen lassen und Malze erzielt, die beste Verzuckerung und Eiweißaufschließung ergaben. Auch verlangen die Eiweißgersten — bei den pneumatischen Anlagen besonders — noch reichliche Wassergaben während der Keimung, die aber in feinster Verteilung zu geben sind, da sich sonst im Haufen Wasseransammlungen bilden, in denen üppige Blattkeimwucherung vor sich geht, ohne Aufschließungsarbeit zu leisten.

Es gehört also stets zu den Grundbedingungen bester Mälzung, das gewünschte Gewächs bei langsamer und nicht zu kühler Führung zu erzielen. Und da jedes unnötige Anwachsen von Wurzelkeim und Blattkeim unnötigen Substanzverlust des Kornes bedeutet, so gilt als Ziel dem tüchtigsten Mälzer, bei möglichst kleinem Gewächs, also möglichst geringem Verlust an Korninhalt die höchste diastatische Wirkung im Malz zu erhalten, der sich für die Preßhefenfabrikation

die größte peptatische zuzugesellen hat. Die dabei wirksamen Faktoren sind richtige Quellung, richtige Wassergabe bei der Keimung, die der Gerstenbeschaffenheit zukommende Mitteltemperatur, bei der Keimung rechtzeitige Zufuhr von frischer Luft und Verjagung der ausgeatmeten Kohlensäure und nicht zuletzt eine bestimmte Mindestzeit des Keimprozesses.

Für die Wirkung des länger oder kürzer gehaltenen Gewächses auf die Substanzverluste bei der Keimung spricht die Erfahrungstatsache, daß Langmalz von etwa 20 Tagen gegen Kurzmalz von etwa 9 Tagen Verluste bedingt, die sich wie 2,5 : 1 verhalten und etwa 15 und 6 Proz. betragen. Allerdings hat Hayduck feststellen können, daß die diastatische Wirkung von Lang- zu Kurzmalz sich wie 100 : 63 verhält, also unter Anrechnung des größeren Substanzverlustes des Langmalzes wie 90 : 63, so daß bei Langmalz der Brenner wohl statt 90 nur 63 Teile zu nehmen braucht. Aber wie gesagt für die Preßhefenindustrie gelten andere Gesichtspunkte, denen der Verfasser in obigen Ausführungen Rechnung getragen hat. Aus den unter „Diastase“ gemachten Angaben wurde die Beobachtung Greens erwähnt, daß das Licht auf Diastaselösungen von schädlichem Einflusse sei, eine wissenschaftliche Begründung der empirisch gefundenen und benutzten Beobachtung, daß das Licht auf die Bildung guten Malzes, also auf den künstlichen Keimungsvorgang ungünstig wirke, weshalb man das Tageslicht so viel wie möglich von den Malztennen ausschloß. Die modernen Mälzereisysteme tragen der Sache noch mehr Rechnung.

Bei der Besprechung der Enzyme erwähnten wir, daß aus dem Grunde die Keimung der Gerste durchgeführt werde, weil während ihr diese wichtigen Kräfte nicht bloß entstehen, sondern auch tätig sind. Ihrer Tätigkeit verdanken wir die Aufschließung, die „Lösung“ des Endosperms des Gerstenkornes, ihrem Vorhandensein im fertigen Malz die Fähigkeit desselben, beim Maischprozeß den Verzuckerungsprozeß einzuleiten und durchzuführen. Der Aufschließungsprozeß geht aber nur vor sich, wenn vorher die Zellwand der stärke-, eiweiß- und fettführenden Zellen durchbrochen ist.

Die Annahme einer die Cellulose lösenden Cytase hat sich nun nicht als haltbar erwiesen. Man gelangte, wie früher erwähnt, aber dazu, die Diastase als Doppelenzym, als Peroxydiastase aufzufassen. Grüss, der eingehende Arbeiten über die Diastase gemacht hat, glaubt die Cellulosewand aus zwei Pentosanen zusammengesetzt, von denen das eine der Diastase zugänglich ist und nach seiner Zerstörung die Zugänge bildet ins Zellinnere. Der Verfasser hat sich unter „Diastase“ erlaubt, eine ähnliche Annahme auszusprechen, nur mit dem Unterschiede, daß er im Molekül der Cellulose einzelne pentosanähnliche Einsprengungen annimmt, die Oxy- oder Hemi-Cellulose bilden können. Die Stärke selbst kann aber von der Diastase nur zu Maltose hydrolysiert werden, die als solche nicht direkt verarbeitbar für den Organismus und nach Fischers Forschungen nicht direkt vergärbar ist, eine Eigenschaft, die nur den Hexosen zuzukommen scheint. Man hat nun im keimenden Gerstenkorn auch Maltose nicht nachgewiesen, dagegen Rohrzucker, Dextrose (Glukose) und Lävulose, so daß allem Anscheine nach fortwährend Kohlenhydrate auf- und abgebaut werden. Delbrück sieht den Rohrzucker als eine Rückbildung aus Dextrose an, die durch das Enzym Glukase aus Maltose gebildet wird und im Malze vorkommt. Die Rohfrucht Gerste enthält wohl Rohrzuckermengen, die etwa bis 2 Proz. betragen können, aber während der

Keimung bis zu 24 Proz. angewachsen beobachtet wurden. Da mit der wärmeren Führung die Bildung von Zucker steigt, sein Verbrauch aber durch Einschränkung der Atmung der keimenden Gerste vermindert ist, kann man den Zuckergehalt unter entsprechender Keimungsführung vermehren. Obwohl also die Rohfrucht bereits verschiedene Zuckerarten in kleinen Mengen enthält, ist es doch fast allein Rohrzucker, der bei der Keimung entsteht, daneben im Höhepunkt der Keimung auch Dextrose. Über den wichtigen Bestandteil des Malzes wurde Näheres unter „Diastase“ berichtet, wohin hiermit verwiesen sei. Nochmals betont sei der auffällige Zusammenhang zwischen dem Eiweißgehalt der Rohfrucht und dem bei der Mälzung fälligen Gehalt an Diastase. Diese selbst zeigt, soweit sie als rein gewonnen analysiert ist, ja Eiweißaufbau. Das würde auf einen innigen Zusammenhang des Stärke- und Eiweißabbauprozesses hinweisen, zumal Mälzungsversuche und Maischversuche der Praxis dem Verfasser die Tatsache vor Augen führten, daß besonders bei den hocheiweißreichen Gersten die höchste diastatische Wirkung des Malzes stets Hand in Hand ging mit bester Aufschließung der Eiweißstoffe, also der Bildung und Tätigkeit der Peptase.

Es besteht nach all dem, was dem analysierenden und beobachtenden Techniker zu sehen Gelegenheit geboten ist, kein Zweifel an einem innigen Zusammenhange der peptischen und diastatischen Lösungsvorgänge des Endosperms. Nicht so, als ob sie nebeneinander getrennt einhergehen müßten oder könnten, nein, wie wenn jedes von beiden Enzymen nur gestützt aufs andere Arbeit leisten könnte. Man möchte versucht sein, zu glauben, daß Diastase und Peptase nur die verschieden wirkenden Formen eines Körpers darstellen, der sich je nach Bedürfnis von rechts oder links die Beute holt. Soweit der wissenschaftlich gebildete Praktiker sich über solche Dinge, die eigentlich dem berufenen Forscher vorbehalten sind, der seine Mutmaßungen mit vielen Versuchen stützen kann, auszusprechen vermag, hat der Verfasser sich erlaubt, auch seine Meinung über die „Enzyme“ zu äußern. Und gerade soweit die großen Versuche der Praxis Aufschluß zu geben und zum Nachdenken anzuregen vermögen, möchte der Verfasser an Hand derselben eher annehmen zu sollen glauben, daß eben die Enzyme, wie weiter oben unter „Enzyme“ näher ausgeführt, nichts anderes sind, als Mittelglieder der Aufbau- und Abbautätigkeit der Zelle, beiseite geschoben und übrig geblieben auf dem Wege zum fertig gebildeten Eiweiß, Kohlenhydrat oder Fett, da, wo der eine Strecke weit gemeinsame Weg sich in die Einzelwege zu jenen Reservestoffen trennt. So würde sich auch die Wechselwirkung der Enzyme und ihre Weiterverbreitung erklären, wie auch das viele Gemeinsame, das sie haben, besonders auch die katalytische Natur der von ihnen abhängigen Prozesse. Durch den innigen Zusammenhang zwischen peptischer und diastatischer Lösung würde sich auch die beobachtete Beziehung der Diastase zum Stickstoffgehalt der Gerste erklären. Schon 1894 und 1895 konnte der Verfasser bei länger durchgeführten Versuchen an Rohgerste, Grünmalz und daraus hergestellten Maischen feststellen, daß die beste Zuckerbildung Hand in Hand ging mit einem Maximalgehalt an Eiweiß, das — unabhängig von seinem Verhältnis zur Stärke in der Rohfrucht — bei Optimalwirkung des Malzes in einem ziemlich festen Verhältnis zur gelösten Stärke stand (Maltose und Dextrin als Dextrose bestimmt und auf Stärke zurückgerechnet). Der Verfasser versuchte dann sogar ein vermutetes annäherndes

Verhältnis von Stärke zu Eiweiß für die Gesamtmaischen in einzelnen Versuchen mit Erfolg durchzuführen, was aber unverhältnismäßig viel Arbeit fordert, weil jedesmal für alle Rohstoffe Eiweiß- und Stärkeanalysen gemacht werden mußten, um sie dann dem gewünschten Stärke-Eiweißverhältnis entsprechend zusammenmaischen zu können.

Die langen Jahre der Praxis konnten dem Verfasser nur immer wieder vor Augen führen, daß zwischen Eiweiß- und Stärkeabbau gewisse bestimmtere Beziehungen bestehen und daß, was wir beim Mälzen „Lösung" nennen, nicht bloß eine Sammelwirkung peptisch-diastatischer Natur ist, sondern eine Verhältniswirkung gemäß des Stärke- und Eiweißgehaltes der Rohfrucht. Dies um so mehr, als die Eiweißnatur der analysierten „Diastase" ihren Zusammenhang mit dem Eiweißabbau nahelegt und in Wirklichkeit beide Stoffe, Stärke und Eiweiß, so in- und nebeneinander gelagert sind, daß die Entfernung des einen Zutritt zum andern bedeutet. Außerdem ist zu beachten, daß diese Abbauprozesse bei dem Mälzungsprozeß doch immerhin trotz der vorhandenen Feuchtigkeit trocken verlaufen und nicht so weit gehen können, als in der intensiven Verteilung bei der Aufschlämmung des enzymhaltigen Endosperms im Maischwasser. Der enzymatische Vorgang der Keimung, die Lösung, würde sich dann mehr als eine Befreiung der Stärke darstellen von dem umgebenden und durchsetzenden Eiweiß durch dessen Abbau, der dann eigentlich erst die diastatische Kraft liefern würde, die imstande ist, die freigelegte Stärke anzugreifen. So würde dann die oft ausgesprochene Vermutung der Abhängigkeit der Diastasebildung vom Stickstoffgehalt erklärlich und natürlich erscheinen; der Zusammenhang wäre aber ein mehr indirekter, da eben der peptische Angriff auf das Eiweiß vorausgehen und die diastatische Kraft freimachen müßte. Daß hierzu die eiweißreichen Gersten mehr Verbrennungswärme brauchen, ist die Erklärung für die als nötig befundene wärmere Führung dieser Gersten bei der Keimung. Die peptische Zersetzung des Eiweißmoleküls liefert also erst die Möglichkeit der Entwickelung der diastatischen Kraft, die also wohl proportional der Intensität der Proteolyse ist. Hierdurch erklärt sich auch die größere Schwierigkeit, aus hocheiweißreichen Gersten Malz mit richtiger „Lösung" zu erzielen; je größer der Eiweißgehalt, desto größere Arbeit wartet des Enzyms, das diese großen Eiweißmengen abbauen und dialysierbar machen muß, um dem dabei freigewordenen diastatischen Enzym die Angriffsmöglichkeit auf die freigelegte Stärke zu geben. Deshalb auch die leichte Vermälzbarkeit eiweißarmer Gersten, deren Rohfrucht-Endosperm an und für sich mehliger ist gegenüber dem hornartigen der eiweißreichen Verwandten, und das deshalb auch geringeren peptischen Ansturms bedarf, um abgebaut die diastatische Kraft abzustoßen und auf das nun lose Stärkemehl auszusenden.

Die Bildung der eiweißabbauenden Enzyme ist also von großer Wichtigkeit. Ihre Tätigkeit besteht in der in Sprengung des hochmolekularen Eiweißes in immer einfacher zusammengesetzte Körper, in deren niederste Glieder, die Amide und Peptone, die die Fähigkeit haben, durch Zellmembrane zu diffundieren und sich so dem Säftelauf mitzuteilen. Über Aufbau und enzymatische Zerstörung des Eiweißes hat sich der Verfasser erlaubt, unter „Eiweiß" und „Enzyme" seine Anschauung darzulegen. Die Peptase selbst kann unter den je nach Art der Mälzung günstigen Bedingungen einen Teil des Roheiweißes bis zu den einfachen Amiden spalten, die bis 30 Proz. und mehr des

Gesamtstickstoffes ausmachen können. Fast alle uns bekannten Amide sind in gekeimter Gerste nachgewiesen worden. Besonders Glutamin und Asparagin sind in keimenden Pflanzen in beträchtlichen Mengen von Ernst Schulze in Zürich gefunden worden; daneben noch Leucin, Tyroleucin, Tyrosin, Allantoin, Betain, Vernin und andere. In keimender Gerste ist es hauptsächlich das Glutamin, das sich reichlich vorfindet. Diese leicht löslichen Amide sind es auch, die dem Säftelauf sich mitteilen und leicht dialysierbar überallhin als Stickstoffnahrung der Pflanze geführt werden und die gelegentlich je nach Bedarf wieder zum höher molekularen Eiweiß zusammengelegt und abgelagert werden. Auf Schritt und Tritt finden wir hier Ähnlichkeiten mit den Kohlenhydraten im Aufbau, im Abbau, in den beiden Enzymen, von denen das eine, die Peptase, bei seiner Tätigkeit das andere zu befreien und in Wirkung zu setzen vermag. Kein Wunder, wenn sich da Ähnlichkeiten im Verhalten in vielerlei Richtung zeigen, wo das Ausgangsmaterial sicher gemeinsam ist Der Eiweißabbau beginnt sofort mit der Keimung und ist der Vorläufer oder überhaupt die Ursache der erwünschten „Lösung", wie sie im Verlauf des Keimungsprozesses angestrebt wird. Dieser selbst bedeutet also in erster Reihe Einleitung der Tätigkeit der Peptase, Beginn und Unterhaltung des Eiweißabbaues, mit dem dann wieder die Diastasebildung einhergeht. So wichtig nun die Peptase bei der Keimung ist, so wichtig sind ihre Abbauprodukte des Eiweißes im Malz für den Maischprozeß als Hefennahrung. Die hervorragende Wirkung der Amide in diesem Sinne ist schon länger bekannt und geschätzt und war unbewußt seit langer Zeit die Ursache, weshalb für das Hefengut das Malz, dieses Fundament der Brennerei und Hefenfabrikation des alten Verfahrens, so gerne genommen und geschätzt wurde. Die Wurzelkeime des Malzes werden auch als Hefennährmittel angesehen und nicht mit Unrecht; ihr Stickstoffgehalt besteht zu fast ein Drittel aus den leicht assimilierbaren Amiden.

Die von verschiedener Seite gepriesene gute Verarbeitungsmöglichkeit von Kartoffeln zur Hefenfabrikation hängt vielleicht auch damit zusammen, daß diese oft bis zur Hälfte ihres Stickstoffgehaltes Amide enthalten. Außerdem aber dünkt dem Verfasser nicht unwichtig, daß mit dem Malz aktive Peptase in die Maische gelangt und während des Maischprozesses proteolytisch tätig sein kann und auch ist, was dem Verfasser Eiweißbestimmungen in der unverzuckerten und verzuckerten Maische beweisen möchten. Außerdem haben mehrere Untersuchungen in der gesäuerten Maische noch Eiweißzunahme im Extraktgehalt ergeben. Daß beim Eiweißabbau durch Peptase auch Peptone entstehen, ist doch jedenfalls zu bejahen; sie sind ja ebenfalls leicht dialysierbar und deshalb für die Pflanze transportfähig. Sie neigen zur Schaumbildung und werden zum Teil als Hauptnahrung der Hefen angesehen, die sich im Lüftungsverfahren rascher setzen und rötlichen Schein der Farbe aufweisen, während die staubigen sich kaum setzenden Hefen Amidhefen genannt werden und sich durch hellere Farbe auszeichnen. Sicher ist, daß der Eiweißabbau von großem Einfluß auf die Ernährungsvorgänge der Hefe ist, weshalb man der Peptase des Malzes eine immer bedeutendere Rolle zuschreiben muß.

Außer dem Eiweiß und der Stärke unterliegen auch die übrigen Bestandteile der Rohstoffe bei der Keimung gewissen Veränderungen. So findet nach Windisch und Hasse Neubildung von Pentosanen statt und zwar aus der

vorhandenen Stärke und dem Zucker. Der Fettgehalt, der bei manchen vermälzbaren Rohstoffen ziemlich bedeutend sein kann, hat den Angriff eines Enzyms, der Lipase, zu erleiden, von der wir weiter oben sprachen und die die Fette in Glycerin und Fettsäuren spaltet. Das Glycerin verschwindet und wird jedenfalls zu Kohlenhydraten verarbeitet, wie Green glaubt, zur Bildung eines Zuckers. Wie Green ebenfalls feststellen konnte, gehen auch die freigewordenen Fettsäuren unter Zersetzung in andere leicht lösliche krystalline Säuren über, die dann weiter verbrannt und verarbeitet werden können. Im übrigen sei auf „Lipase“ weiter oben verwiesen.

Die Rohgerste enthält aber noch eine Reihe von Salzen, die bei Bildung von Säure in saure Salze sich verwandeln können. Während aber die Gerste nur schwach saure Reaktion zeigt, tritt bei der Keimung stark saure Reaktion auf. Ob diese von tatsächlich freier Säure herrührt oder nur durch die Bildung saurer Salze verursacht ist, steht noch nicht fest. Am wahrscheinlichsten ist die Bildung von Säuren durch die Tätigkeit von Bakterien, die selbst bei bester Wascharbeit von der Gerste nicht entfernt werden können. Man konnte nun Milchsäure, Essigsäure, Buttersäure, Propionsäure und höhere Fettsäuren nachweisen, bei denen sicher an bakterielle Entstehung gedacht werden kann. Außerdem aber wissen wir, daß die Abbauprodukte des Eiweißes, die Amide, selbst zum Teil sauren Charakter haben und in Amidosäuren mit ausgeprägter saurer Reaktion übergehen können, wie auch die Kohlenhydrate beim Verbrennungsprozeß wie bei der Oxydation organische Säuren zu bilden vermögen. Doch steht heute noch nicht fest, welcher Vorgang den Hauptanteil an der ausgesprochen sauren Reaktion der keimenden und gekeimten Gerste hat. Den Untersuchungen des Verfassers nach wäre anzunehmen, daß es sich in der Hauptsache um Milchsäurebildung handelt, die ja mit Grünmalz leicht zu erhalten ist. Doch möchte der Verfasser auch darauf hinweisen, daß der Gehalt der Gerste an Salzen eine Rolle dabei spielen muß. Bei ganz gleicher Arbeit kann man bei verschiedenem Gerstenmaterial im Grünmalz verschiedene Säuregrade finden, mit denen stets eine stärkere saure Reaktion der Rohgerste korrespondiert

δ) Die Darrung. Ist die Gerste bei der Mälzung bis zu dem gewünschten Grad der Lösung gelangt, dann muß sie entweder direkt als „Grünmalz“, wie sie in diesem Zustande genannt wird, verarbeitet oder in einen Zustand gebracht werden, der ziemlich unbegrenzte Haltbarkeit verbürgt. Gewöhnliches Abtrocknen an der Luft, Abschwelken genannt, führte natürlich mit der Zeit zum Ziele, wenn nicht bei diesem langsamen Eintrocknen für Schimmel- und Pilzwachstum genug Zeit und Gelegenheit geboten wäre. Ganz abgesehen davon aber würde der innere Teil des Malzes kaum mehr zum Austrocknen kommen, da die äußere Schicht zuerst eintrocknen und harte, Wasser schwer durchlassende Schichten bilden würde. Man ist deshalb bald dazu übergegangen, zur Überführung von gutem Grünmalz in haltbare Dauerware erwärmte Luft zu benutzen: es auf der Darre zu trocknen, zu „darren“. Das Darrmalz spielte deshalb von jeher eine Rolle in der Brauerei, die die kühle Jahreszeit — solange sie auf die reine Tennenmälzerei angewiesen war — benützte, um sich den Malzbedarf fürs ganze Jahr zu erstellen, eine Arbeit, die viele Brauereien von bedeutender Größe jetzt schon gerne anderen Malzfabriken überlassen, die für dieses Spezialgebiet eingeschulte Kräfte und dafür beste Einrichtungen haben.

Es fällt die Sorge des Gersteneinkaufes weg und man hat nur die angebotene gemälzte Gerste, das Malz, zu prüfen, ob es den gewünschten Zwecken entspricht. Bei dem Darrprozeß gelang es auch durch seine Handhabung Malze zu erzielen, die für das zu fertigende Bier bestimmte Farbentöne geben. Wie wir oben schon besprochen haben, sind aber die Gesichtspunkte der Mälzung für Brauerei und Brennerei ganz andere; letztere will unter „Malz" immer vor allem stark diastatisches Material verstanden wissen. Es mußte also in dem Maße, als sich die Hefenindustrie maschinell- und technisch-wissenschaftlich hob, der Frage gedacht werden, wie bei Herstellung der Dauerware die Diastase sich verhält. Wie alle Enzyme, ist sie ja gegen höhere Wärmegrade sehr empfindlich, solange sie in feuchtem oder gelöstem Zustande sich befindet. Bei gelinder Wärme ev. bei Unter-Luftdruck getrocknet, verträgt sie Temperaturen von 100 bis 120° ohne besondere Schädigung. Die Hefenindustrie will aber außerdem, soweit Darrmalz in Frage kam und jetzt noch kommt, möglichst helle Getreideextrakte — Maischen — haben, von deren Farbe auch die der Hefe abhängig ist. Die bei höherer Temperatur erhaltenen Lagerbierdarrmalze konnten mit wachsender Erkenntnis der Wirkungen ihrer höheren Herstellungstemperaturen nicht mehr in Betracht kommen für unsere Fabrikation; man lernte durch langsamere, niedere Darrung Malze herstellen, die ganz helle Maischen geben und möglichst ungeschwächte diastatische Wirkung haben. Diese ist aber nach unseren heutigen Kenntnissen im besten, technisch kaum erreichbaren Falle immer nur etwa 85 Proz. derjenigen des zum Darren verwendeten Grünmalzes. Da Gerste, wie sie in der Hefenindustrie für ihre Zwecke vermälzt wird, an Grünmalz etwa 140 bis 145 kg aus 100 kg Gerste ergibt, beim Darren aber nur 75 — bestens 80 kg Malz erhalten werden, so schließen wir daraus die wichtige Tatsache, daß etwa 1 Tl. Grünmalz an diastatischer Wirkung gleich 1 Tl. Darrmalz ist. Außerdem kommt in Betracht, daß beim Darren die Wurzelkeime schon größtenteils abfallen und, um haltbare Dauerware zu haben, nach der Darrung besonders entfernt werden müssen. Der ganze Stickstoffgehalt der Keime geht also in seiner bedeutenden Höhe für die Maischung verloren, kann allerdings durch nachherige Zumaischung der Malzkeime wieder zugeführt werden. Die führenden Institute sowohl wie die Betriebslaboratorien beschäftigten sich mit der Frage des Verhaltens der Diastasewirkung unter dem Darrprozeß. Wo nun heute noch Darrmalz als Form der gemälzten Gerste in Betracht kommt, ist die Tatsache zu beachten, daß nur das bei möglichst niederer Temperatur und genügend starkem Luftstrom gewonnene Darrmalz als verzuckernde Kraft in Frage kommen kann, deren Dauerform nicht allzu teuer erkauft ist durch ihre dabei auftretende Schwächung. Eine Maximaltemperatur von 50° sollte nicht überschritten werden; wo angängig und durchführbar, wähle man lieber nur 40 bis 45°. Besonders ist darauf zu sehen, daß die Anfangsdarrtemperaturen noch niedriger sind und das Grünmalz gut etwa einen Tag abgeschwelkt als „Luftmalz" auf die Darre kommt. Wenn das Grünmalz bei normalen Lufttemperaturen einen großen Teil seiner Feuchtigkeit bereits abgegeben hat, haben die Temperaturen von 40 bis 45° ihre Hauptwirkung auf die diastatische Kraft schon verloren. Die Brauerei hat solche „helle" „lichte" Malze auch herstellen gelernt in dem Maße, als sie dazu übergehen mußte, Bier nach „Pilsener Art" und überhaupt helle Biere zu brauen. Die für ganz helle Biere bestimmten Darrmalze sind schon brauchbar für unsere

Zwecke infolge der Schonung der Diastase in den dabei verwendeten Temperaturen. Meist aber ist die diastatische Kraft nicht so hoch wie gewünscht, weil der Brauer nur Malz vermaischt und so immerhin noch mehr als genügende Diastasemengen zur Verfügung hat. Der unter dem Spelz befindliche Blattkeim gibt ja wohl in seiner Länge einigermaßen Aufschluß über die voraussichtliche Aufschließung der Ware und eine Analyse — von der später unter Malzuntersuchung die Rede sein wird — gibt Sicherheit. In Betracht kommt Darrmalz für Lufthefenfabriken nur für Notfälle, z. B. bei Mangel an Grünmalz in Zeiten erhöhten Betriebs und unerwarteten Mehrbedarfs. Und manchmal ist dann eine kleine Darrmalzgabe zur Streckung der vorübergehend ungenügenden Grünmalzmenge richtiger als die Verwendung von ungenügend gewachsenem Grünmalz, dessen diastatisch-peptatischer Minderwert direkt schlechte Arbeit prophezeien.

Außerdem wird Darrmalz noch gern, und der Verfasser glaubt mit Recht, im alten Verfahren angewendet, weil es für dieses einfacher vorzubereiten ist als Grünmalz und besonders guten Kornbranntwein liefert, der nach dem neuesten Gesetz nur aus Gerste, Roggen, Weizen, Buchweizen oder Hafer hergestellt sein darf.

Gerade fürs alte Verfahren möchte der Verfasser hier nicht unterlassen, darauf hinzuweisen, daß manchmal sogenannte Fehlpartien heller Darrmalze zu haben sind, die, wenn billig, sich sehr zur Verarbeitung im alten Verfahren lohnen. Ist auch die Lösung dieser Partien etwas mangelhaft, mit etwas gutem Malz vermischt, kann man sehr gute Erfolge damit erzielen, da doch schon etwas diastatisch-peptischer Abbau vorliegt gegenüber einem höheren Extraktgehalt infolge geringerer Keimung. Unbedingt muß aber tadelloses Darrmalz überall da in Frage kommen, wo es sich im alten Verfahren um die Herstellung der Kunsthefe (des Hefensatzes) und im Lüftungsverfahren um aushilfsweisen Ersatz von Grünmalz handelt. Immerhin ist die Erkenntnis des starken Verlustes an diastatischer Kraft durch die Darrung, die darin die Gleichstellung von gleichen Teilen Grünmalz und Darrmalz bedeutet, die Ursache gewesen, daß das Darrmalz seine im alten Verfahren vor 20 Jahren noch allmächtige Rolle einbüßte und an das Grünmalz abtreten mußte. Mit dazu trug die Entwickelung der Mälzereimaschinentechnik bei, die den Mälzer heute eigentlich ganz von der Jahreszeit unabhängig macht und befähigt, das ganze Jahr über fortlaufend Grünmalz bester Beschaffenheit zu erzeugen, während zur Zeit, als nur Tennenmälzerei bekannt war, die Sommermonate Juni bis Mitte September für die Mälzerei nicht in Frage kommen konnten.

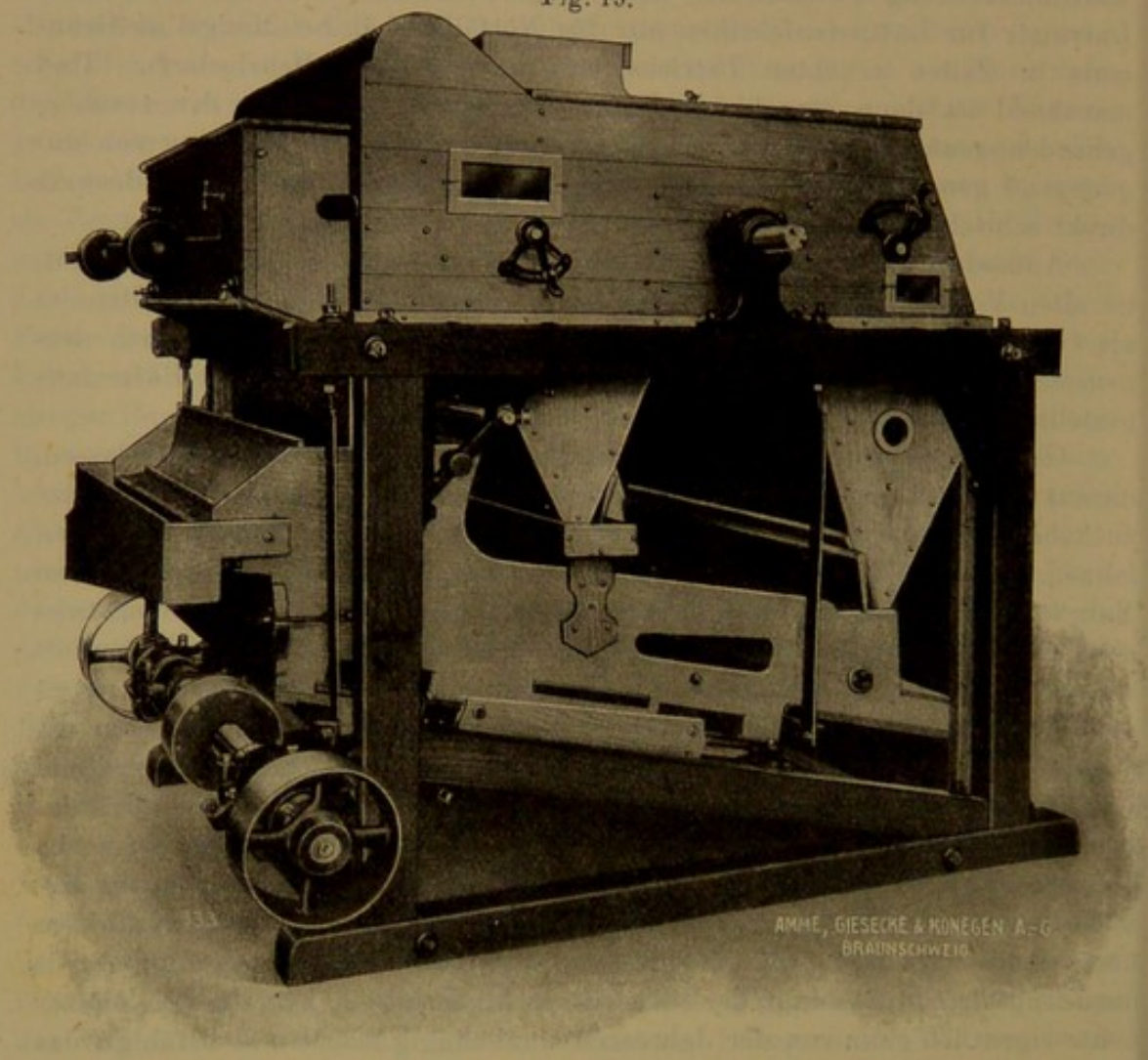
b) Die Praxis der Malzbereitung.

Die Praxis der Vermälzung von Gerste spielt sich also, wie aus den theoretischen Erörterungen ersichtlich, in vier Phasen ab, deren erste die Reinigung von Halbkörnern, Unrat und Schmutz ist, worauf die Quellung und Waschung (die Weiche) folgt. An diese schließen sich drittens die Keimung und viertens die allenfallsige Darrung an.

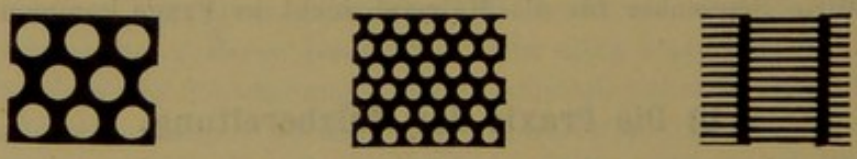
α) Die mechanische Reinigung der Gerste und anderer Rohstoffe. Bezüglich der Notwendigkeit der Reinigung kann teilweise auf vorher zu Beginn von „Theorie der Malzbereitung“ Gesagtes zurückverwiesen werden. Da im allgemeinen die inländischen Gersten viel sauberer und besser

geliefert werden, aber wegen ihres schwachen Eiweißgehaltes und ihres unnötig hohen Stärkegehaltes, dem der hohe Preis entspricht, nicht für unsere Industrie in Frage kommen, so ist die Reinigung der eiweißreichen Gersten des Auslandes eine unumgängliche Notwendigkeit, wenn man sich die ganze Mälzereiarbeit nicht, gelinde gesagt, unnötig erschweren will. Vor allem ist die Unmenge Sand und Staub zu entfernen, die den meist auf dem Felde

Fig. 15.



Aspirations- und Reinigungsmaschine mit leicht auswechselbaren Siebeinlagen.



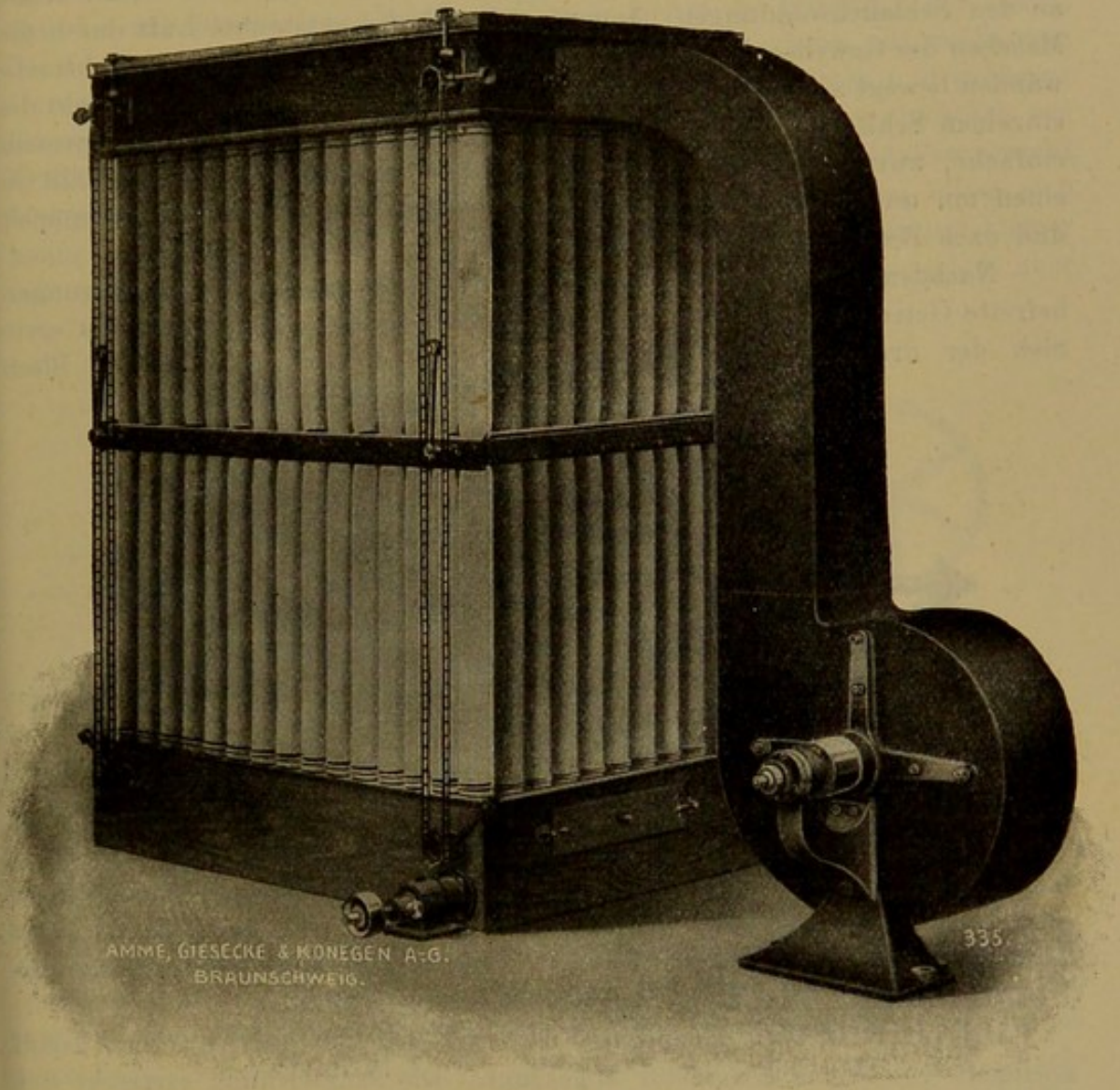
a b c

Siebeinlagen für die Aspirations- und Reinigungsmaschine.

gedroschenen Auslandsgersten und Früchten anhaftet und beigemengt ist. Die diesem Zwecke dienenden sogenannten Aspirations-Reinigungsmaschinen, kurz Aspiratoren genannt, entfernen aus dem Getreide alle die fremden Beimengungen wie Stroh, Sand, Staub, Schrollen, Erdklümpchen, Spreu, Holzklümpchen, Sackbänder usw., mit welchen Verunreinigungen alles Getreide, besonders aber das ausländische stark versetzt ist. Deshalb gilt auch das

hier unter „Gerstenreinigung“ Gesagte für alles zur Verwendung kommende Getreide der Preßhefenfabrikation. Unser inländisches Getreide wird ja heute selbst in kleineren landwirtschaftlichen Betrieben so rationell, weil maschinell gewonnen, daß die ihm anhaftenden und beigemengten Verunreinigungen wenige Zehntel Prozente nur betragen. Die Aspiratoren (Fig. 15, a, b, c), die Getreidereinigungsmaschinen, bestehen im wesentlichen aus einem Gestell,

Fig. 16.



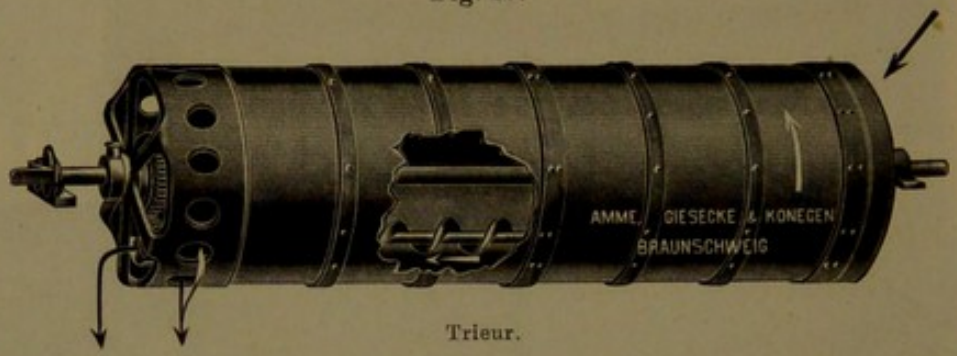
Druckluft-Schlauchfilter.

einem Exhaustor mit Saugkammern, die um ihn herum gebaut sind, und einem ein- oder mehrfachem Schüttelsiebwerk. Der Rohgetreideeinlauf arbeitet selbsttätig und kann ebenso wie die Luftwirkung der Exhaustoren beliebig geregelt werden. Die Arbeitsweise ist folgende: das einlaufende Getreide wird der Saugwirkung eines Exhaustors ausgesetzt, der Staub, Spreu und sonstige leichte Teile aus ihm entfernt. Der ausgeblasene Staub gelangt in einen Staubsammler, während sich die Spreu und andere leichte Teile im Innern der dazu eingerichteten Saugkammer ablagern und nach unten durch die „Separatoren“ abfallen. Rinnen auf dem Schüttelsieb nehmen die Abfälle zur weiteren Entfernung nach unten auf. Die Entfernung des abgesaugten

Staubes war lange ein Schmerzenskind der Putzerei; er wurde früher in große Kammern geblasen, in denen er sich niederschlug, ansammelte und aus denen er — eine ungesunde Arbeit — von Zeit zu Zeit entfernt werden mußte. Sie bildeten auch eine Feuersgefahr für die Betriebe. Man baut deshalb heute die Schlauchfilter (Fig. 16), die auch mehr der Tatsache Rechnung tragen, daß der abzusaugende Staub sehr zahlreiche krankheitserregende Mikroorganismen enthalten kann. Das Schlauchfilter besteht aus einer Anzahl gewebter Schläuche, in die die staubige Luft oben eintritt; der Staub bleibt an den Schlauchwandungen hängen, während die entstaubte Luft durch die Maschen des Gewebes der Schläuche ins Freie tritt. An den äußeren Schlauchwänden bewegt sich ein Rechen fortwährend langsam auf und nieder, drückt die einzelnen Schläuche dabei etwas zusammen und entfernt auf diese ungemein einfache, zweckmäßige Weise den Staub von den Wänden. Dieser fällt in einen am unteren Teil des Filters angebrachten Kasten, wo er angesammelt und nach Bedarf selbsttätig entleert wird.

Nachdem das entstaubte und von den anderen leichten Verunreinigungen befreite Getreide den Einlaufskanal durchlaufen hat, fällt es auf das erste Sieb der dreifachen Siebvorrichtung; dieses ist mit großgelochtem Blech

Fig. 17.



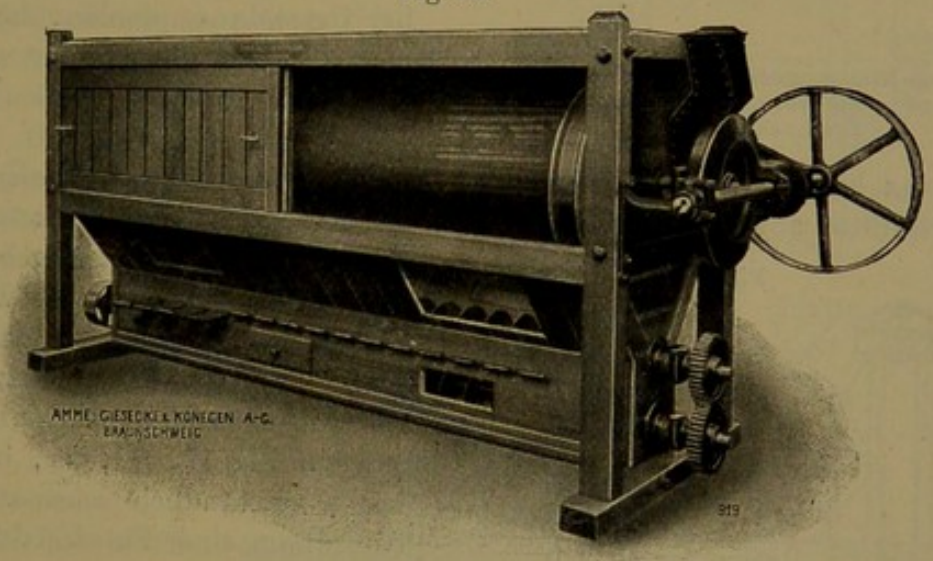
Trieur.

(Fig. 15 a) bespannt und hat die Aufgabe, sehr große Verunreinigungen wie Steine, Stroh, Schrollen usw. zurückzuhalten. Das zweite Sieb (Fig. 15 b), dessen Bespannung noch etwas größer ist als das betreffende Getreidekorn, scheidet alle übrigen gröberen Beimengungen aus, während das darunter liegende kleiner gelochte Sieb (Fig. 15 c), von dem die Getreidekörner zurückgehalten werden, Sand, kleinere Steinchen usw. entfernt.

Hierauf verläßt die gereinigte Frucht die Maschine und wird am Auslauf nochmals von einem Exhaustor abgesaugt. Die Saugwirkung erstreckt sich demnach sowohl auf den Einlauf als auch auf den Auslauf, so daß die Maschine völlig staubfrei arbeitet. Da die Abfälle einzeln nach ihrer Art abgeführt werden, so kann die Arbeit der Maschine jederzeit beobachtet und geprüft werden. Sämtliche Siebe sind leicht auswechselbar auch in bezug auf ihre Bespannung. Das Sandsieb kann mit einer selbsttätigen Bürste ausgerüstet werden, die es ununterbrochen reinigt, dagegen kommt die umständliche und zeitraubende Reinigung von Hand in Wegfall, kein kleiner Vorteil, da sich das Sandsieb bekanntlich schnell verstopft. Je nach Leistung erleiden die Aspiratoren kleine Änderungen. So weit würde die Reinigung genügen, wenn es sich um Getreide handelt, das nicht zur Mälzung gelangen soll. Ist dies der Fall, dann ist es nötig, das Getreide von den beschädigten Körnern zu befreien. Das geschieht im Trieur (Fig. 17), einem Zylinder mit

einer Lochung, die wohl Halbkörner, vom Dreschen zerschlagene Körner, und etwa gleich große Unkrautsamen, wie Wicken und Raden, durchläßt, das ganze Getreide aber zurückhält und beides getrennt abführt. Außerdem wäre eine Sortierung des zu mälzenden Getreides sehr zu empfehlen, da, je gleichmäßiger das Korn, desto gleichmäßiger die Mälzung verläuft. Denn je nach Korngröße nimmt das Getreide mehr oder weniger schnell das Quellungswasser auf, eine gleichmäßige Quellreife kann also nur bei gleicher Korngröße erzielt werden. Die Sortiermaschinen (Fig. 18) sind ebenfalls meist rotierende Zylinder mit verschiedener Schlitzung, je nach Art des Getreides, wie Hafer, Gerste usw., und außerdem für jede Getreideart selbst wieder mit Schlitzung verschiedener Länge und Breite, durch die die kleinen, mittleren und größeren Körner getrennt werden. Nun liegt aber bei den heute durchschnittlich zur Vermälzung gelangenden eiweißreichen kleinen Gersten vom Hektolitergewicht 62 kg etwa die Sache so, daß trotz des Vorteils der Sortierung diese sich kaum lohnt. Man unterläßt sie, da es sich nur um die Abscheidung kleiner und mittlerer Körner, also geringe Sortierung, handeln würde, achtet aber

Fig. 18.

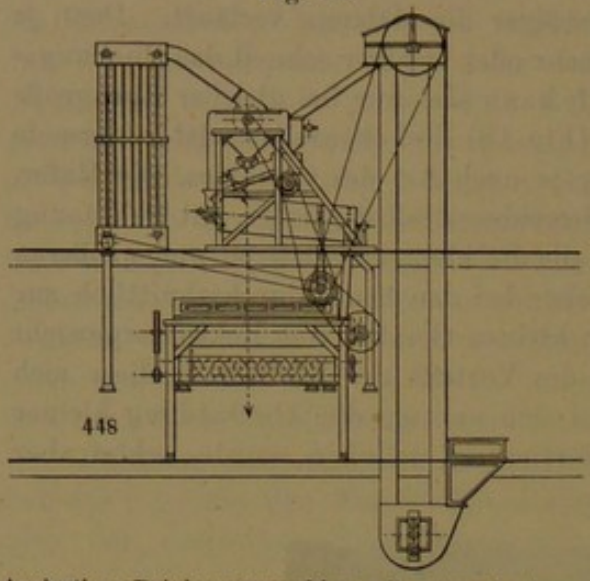


Sortiermaschine.

dafür bei der Quellung (Weiche) darauf, diese als beendet anzusehen, wenn die kleineren Körner quellreif erscheinen. Man gibt dann während der Keimung noch Wasser nach, ganz abgesehen davon, daß im Junghaufen, wie die geweichte Gerste genannt wird, bis sie zu keimen beginnt, noch eine „Nachweiche“ stattfindet. Etwas anderes ist es, wenn gemäß den neueren Vorschriften der Gerstenzollordnung höher gewichtige eiweißreiche Auslandsgerste, etwa von 64 bis 65 kg Hektolitergewicht als Brenngerste eingelagert wird. Dann ist eine Aussortierung gewiß zu empfehlen, wenn man gleichmäßiges Wachstum bei der Mälzung erzielen will. In diesem Fall können die Unterschiede bei der Quellung (Weiche) so groß werden, daß wohl die kleineren Körner quellreif sind, die größeren aber so ungenügend, daß auch Wassergaben bei der Keimung nicht vor mangelhaftem Wachstum der Gerste schützen. Also auf alle Fälle ist für jedes zur Verwendung gelangende Getreide eine gründliche mechanische Reinigung nötig, deren Grad sich direkt in der Güte der Fabrikation ausdrückt. Man sollte auch bei der Reinigung sich nicht, wo irgend angängig, mit den einfachen sogenannten Tarars begnügen, einfachen Schüttelsieben,

die wohl einen Teil des Unrats entfernen, aber nur halbe Arbeit von dem leisten, was für die empfindliche Hefenfabrikation Reinigung bedeuten muß. Selbst bei bester mechanischer Reinigung bleiben ja noch Mikroorganismen auf dem Korn genug zurück, deren Entfernung in der Quellung (Weiche) so gut als möglich zu erfolgen hat. Allein diese Tatsache beweist, wie nötig die gründlichste mechanische Reinigung ist. Bei Verwendung zur Mälzung muß sich aber unbedingt an die Aspirator-Reinigung die mit dem Trieur anschließen, der die verunreinigenden Wicken und Raden und ganz besonders die während der Keimung unbedingt schimmelnden Halbkörner auszuscheiden hat. Die Sortierung möchte der Verfasser bei Getreide empfehlen, besonders wenn das Hektolitergewicht sehr verschiedenartige Körnergrößen voraussetzen läßt.

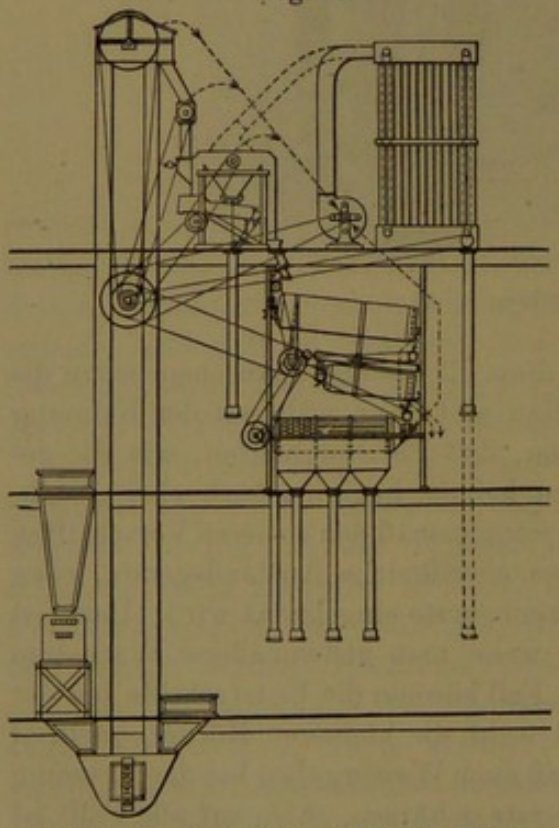
Fig. 19.



Aspirations-Reinigungsmaschine mit untergebautem Trieur und anschließendem Gerstensortierzylinder und Schlauchfilter.

Ganz besonders ist aber auf gründliche Unschädlichmachung des vom Aspirator abgesaugten Staubes und Unrates zu sehen; auf keinen Fall darf die Möglichkeit gegeben sein, daß von dem Staub in die Fabrikationsräume dringen kann; schwere Infektionen und nicht zu bekämpfende Störungen wären die Folge. Nebenstehend Fig. 19, 20, 21, in denen leicht verständlich schematisch die Anordnung einer Putzerei dargestellt ist, wie sie je nach der Räumlichkeit aufgestellt zu werden pflegt. Wir sehen in den drei Figuren außer dem Aspirator den Trieur, die Sortiermaschine und das Schlauchstaubfilter, dabei den Elevator, der die Gerste den Maschinen zuführt, und die Abfallrohre, an denen die aussortierten und ausgeschiedenen Anteile des Getreides getrennt abgefangen werden können. Wo die Raumverhältnisse es verlangen, baut die Firma Amme, Giesecke u. Konegen, A.-G. für Mühlenbau, Braunschweig, Aspirator, Magnetapparat (um Eisenteile auszuscheiden) und Trieur in ein gemeinsames Gestell mit vereinfachtem Antrieb zusammen. Eine sehr praktische Maschine baut die Firma J. A. Topf u. Söhne, Erfurt, in ihrer

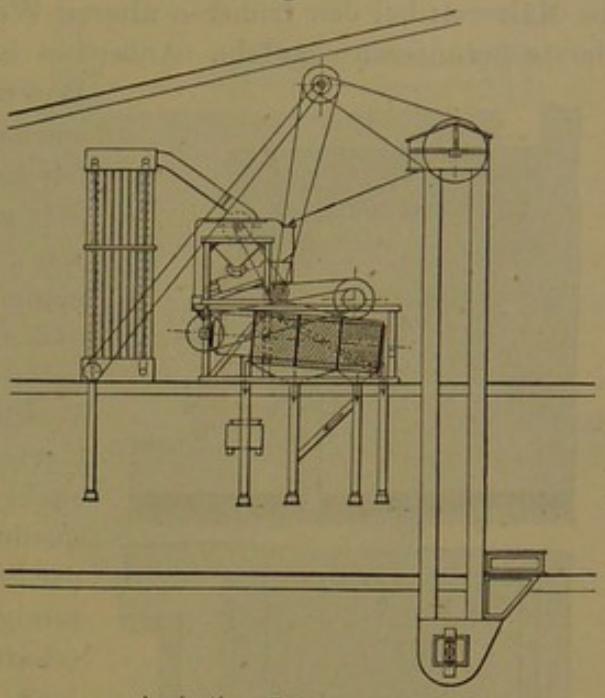
Fig. 20.



Aspirations-Reinigungsmaschine mit Trieur und Sortieranlage.

kombinierten Gerstenreinigungs- und Sortiermaschine. Sie besteht (Fig. 22) aus Steinentfernungszylinder, Entgranner, Aspirator, 1 bis 4 Trieuren und Sortierzylindern. Sie reinigt die Gerste zunächst von allen groben Beimengungen (Steinen usw.), entfernt dann die Grannen, Staub, liest den Unkrautsamen, Halbkörner aus und sortiert die Gerste. Eine Beschädigung der ganzen Körner tritt bei keiner der Maschinen ein, die auch alle völlig staubfrei arbeiten, so daß die Umgebung der Maschine keine Staubbelästigung erleidet.

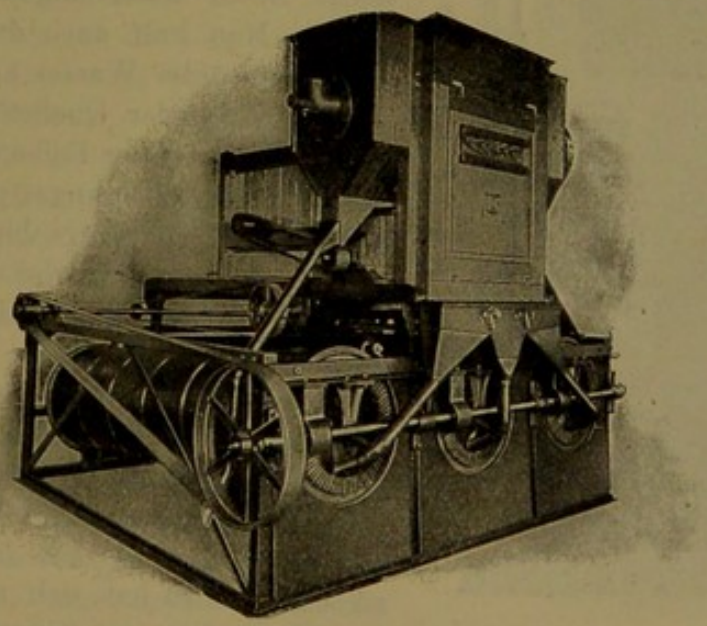
Fig. 21.



Aspirations-Reinigungsmaschine
mit untergebautem Trieur und Sortierzylinder
sowie Schlauchfilter.

β) Die Gerstenweichen, die einfachen, die Weichen mit mechanischer und Lüftungs-Waschung und die Weichzeit. Wie im theoretischen Teil erwähnt, dient die Quellung dazu, dem Getreide so viel Wasser zuzuführen, als es zur Anregung der Keimung, also der Tätigkeit des Keimlings und zur Durchführung des ganzen Keimungsvorganges von Hause aus bedarf. In den Anfängen der Mälzerei verwandte man zum Einweichen oder Einquellen der Gerste entweder aus einfachem Mauerwerk mit Zementmörtel hergestellte, meist viereckige

Fig. 22.



Kombinierte Gerstenreinigungs- und Sortiermaschine.

Behälter, oder da und dort auch hölzerne runde Bottiche. Seit längerer Zeit nun hat man sich, auch aus Gründen der leichteren Reinhaltung, den aus Eisen gefertigten Weichen oder Quellstöcken zugewandt, denen man oben eine zylindrische Form gab und die man der leichteren Entleerung halber unten

in einen Konus auslaufen ließ, der durch den Boden hindurch, in dem die Weiche sich befindet, in die eigentliche Mälzerei hineinragt. Das den Konus des Quellstockes abschließende Ventil kann von unten im Raume der Mälzerei bedient werden; nach seiner Öffnung entleert sich die quellreife Gerste von selbst in die Mälzerei; bei den früheren älteren Weichen mit flachem Boden galt es die Gerste herunterzuschaufeln. Außerdem ist an dem Quellstock ein Ablauf des Weichwassers vorzusehen. Ursprünglich wurde die Sache so gehandhabt, daß das frische Wasser von oben auf die Gerste lief und, wenn das Getreide quellreif war, unten abgelassen wurde; eine sehr mangelhafte Einrichtung, die es zuließ, daß ein großer Teil in der Weiche losgelösten Schmutzes beim Ablassen des Weichwassers in den Kapillarräumen des Getreides und auf dessen Oberfläche zurückgehalten wurde. Das Getreide war quellreif, aber nicht gewaschen, von den an der Schale sitzenden Organismen nicht gereinigt. Man ging deshalb, als die Wissenschaft ihren Einzug in die Gärungsindustrie hielt, sofort dazu über, das frische Wasser unten zu- und das schmutzige Wasser oben abfließen zu lassen, wodurch schon einigermaßen eine Reinigung der Gerste von anhaftendem Schmutz, der der mechanischen Reinigung entgangen war und seiner Natur nach entgehen mußte, erfolgte. Man half auch durch Umrühren der Gerste unter Wasser nach.

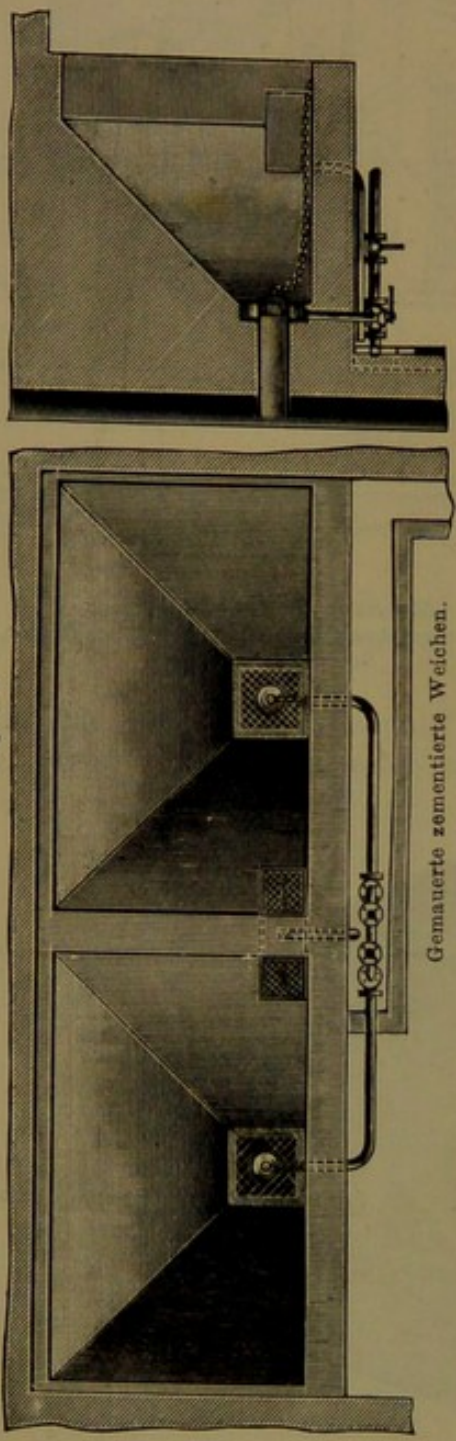
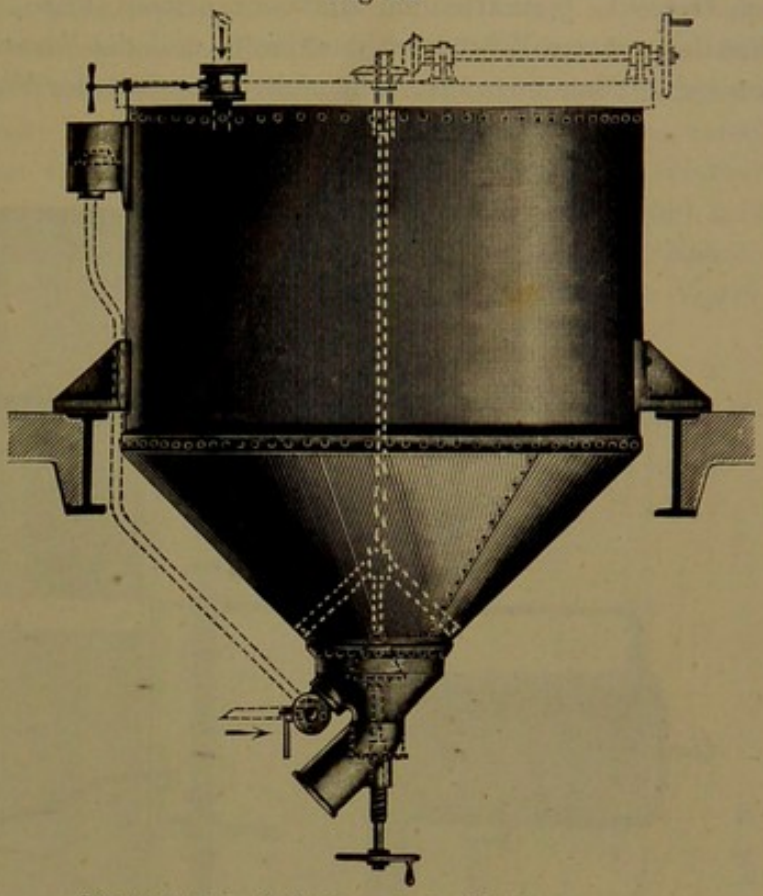


Fig. 23. Gemauerte zementierte Weichen.

Die Zahl der Quellstöcke (Weichen) richtet sich in erster Reihe nach der Dauer des Weich- (Quellungs-)prozesses. Die Aufnahme des Wassers bis zur Quellreife erfolgt je nach Art des Getreides sehr verschieden. Gerste und Hafer mit ihrem starken Spelz brauchen natürlich viel länger als Roggen und Weizen mit ihren dünnen Schalen. Außerdem richtet sich die Anzahl der Quellstöcke noch nach der Dauer der Führung des Malzes während der Keimung und dem täglichen Bedarf an Malz. Also hat sich auch die Größe, der Fassungsraum der Quellstöcke nach all dem zu richten. Deshalb ist der Berechnung der Größe immer die Maximalanforderung des Betriebes an die Mälzerei zugrunde zu legen. Wird z. B. täglich eine Menge Gerste als Grünmalz gebraucht, die maximal dem Fassungsraume der Weiche an Gerste entspricht, und läßt man sie 11 Tage (z. B. bei eiweißreicher Russengerste) keimen und benötigt die Gerste zwischen 2 bis 3 Tagen Quellungszeit (wie

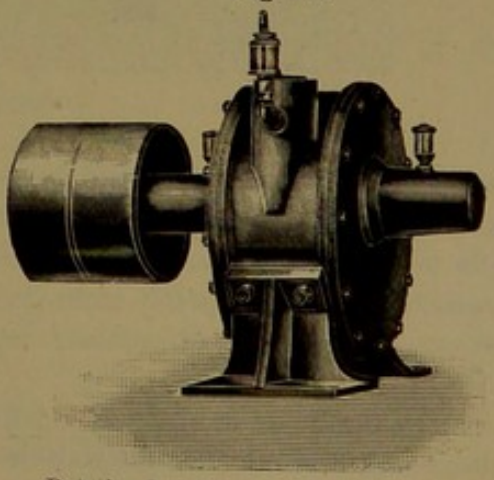
schon weiter oben erwähnt, lassen sich hierfür keine Zahlen angeben, sondern nur Merkmale), ist also immer nach 3 Tagen längstens eine Weiche frei, entleert, so werden 4 Weichen nötig sein, um nach der Entleerung direkt wieder befüllt, die Mälzerei, dem täglichen Bedarf entsprechend, mit quellreifer Gerste zu versorgen. Reicht der Inhalt einer Weiche für den Bedarf von 2 Tagen, so sind bei nahezu 3tägiger Quellungsdauer und 11tägiger Malzführung nur 2 Weichen nötig. Man sieht, welche nicht leichte Disposition es erfordert, den Anforderungen des Betriebes in der Mälzerei so rechtzeitig Rechnung zu tragen, daß stets — bei oft 3tägiger Weichzeit und 11 Tagen Keimung — also auf etwa 14 Tage hinaus sicher Malz genug vorhanden ist. Leichter liegt die Sache da, wo eine zweckmäßige und reichliche Anlage vorhanden ist, die sicher den Maximalbedarf befriedigen kann, und wo außerdem eine Darre zur Verfügung steht, in der der Überschuß an Grünmalz jeweils in die Dauerform übergeführt werden kann. Auf alle Fälle also ist es dringend nötig, die Mälzerei nach ihrer Höchstbeanspruchung zu bauen, also auch für genügend Weichen zu sorgen, nicht daß, wenn der Bedarf unerwartet oder regelmäßig, wie bei den Festzeiten mit großem Hefenabsatz, größer wird, die Gerste etwa nicht genügend quellreif zur Keimung, zur Mälzung gebracht werden muß. Soll der Leiter einer Preßhefenfabrik Gutes und Vollkommenes leisten, dann sollte er auch da nicht durch ungenügend große Einrichtung zur mangelhaften Arbeit gezwungen sein, wo er in Hinsicht auf die Wichtigkeit des Malzes für den ganzen Gärungsprozeß nur beste Arbeit liefern müßte und zu erreichen streben würde. Man erstelle also eine Gerstenweichanlage, mit der der technische Leiter und der Mälzer auf alle Fälle bei stärkster Betriebsanspannung und schwerstquellbarer Gerste un-

Fig. 24.



Gerstenweiche mit Lüftung für Lufthefenfabriken.

Fig. 25.



Rotationskompressor statt Gebläse zur Lüftung der Weichen.

bedingt je nach Bedarf bis zur Erreichung richtiger Quellreife ab- und zugeben kann.

Wie weiter oben erwähnt, hat das Vordringen der Spezialwissenschaft in die Kleinarbeit der Betriebe auf die Gefahr aufmerksam gemacht, die die am Getreide festhaftenden Mikroorganismen Pilze, Bakterien, Schimmelpilze für das spätere Wachstum der Gerste und die Verarbeitung des Malzes bilden können. Man begnügte sich nicht mehr mit der Waschung der Gerste durch

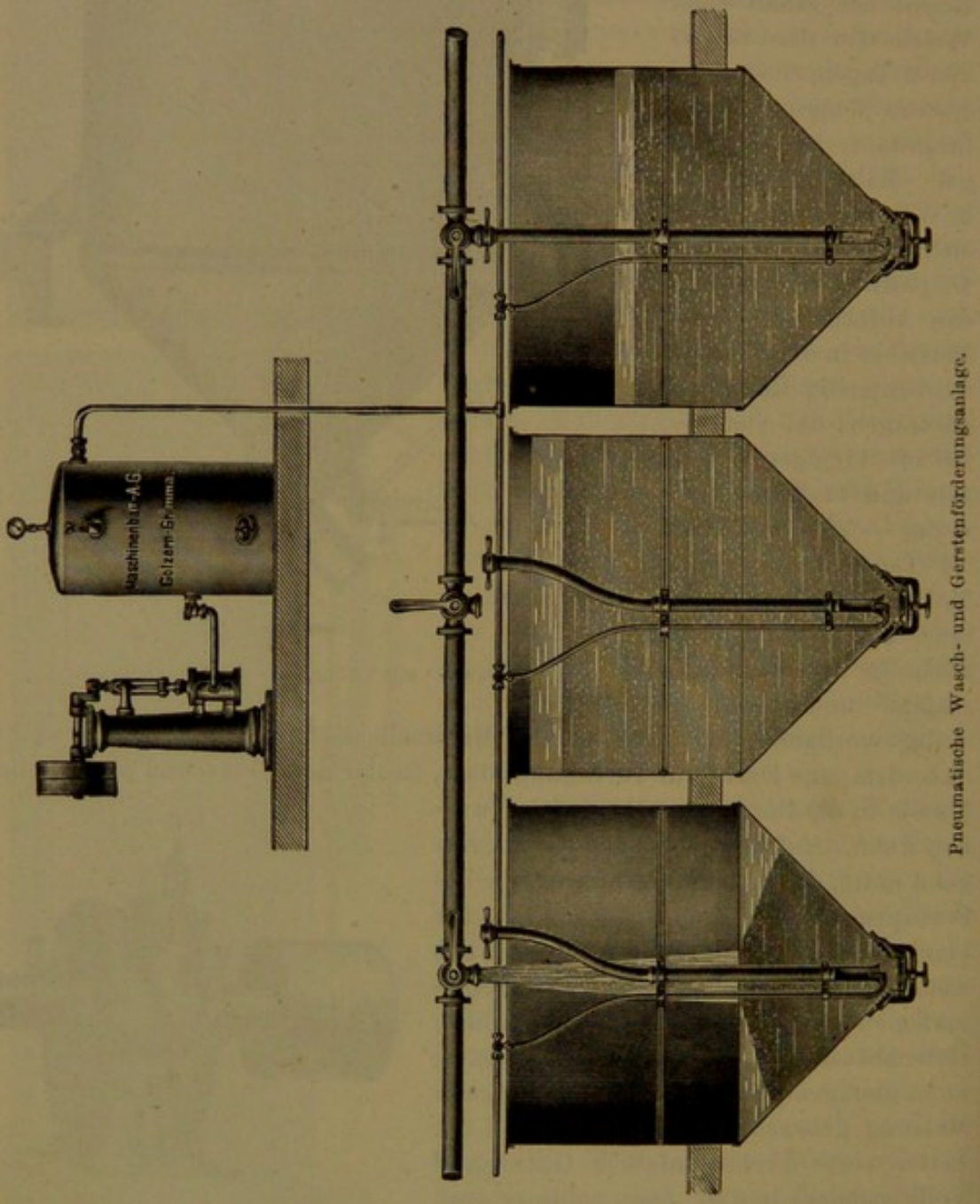


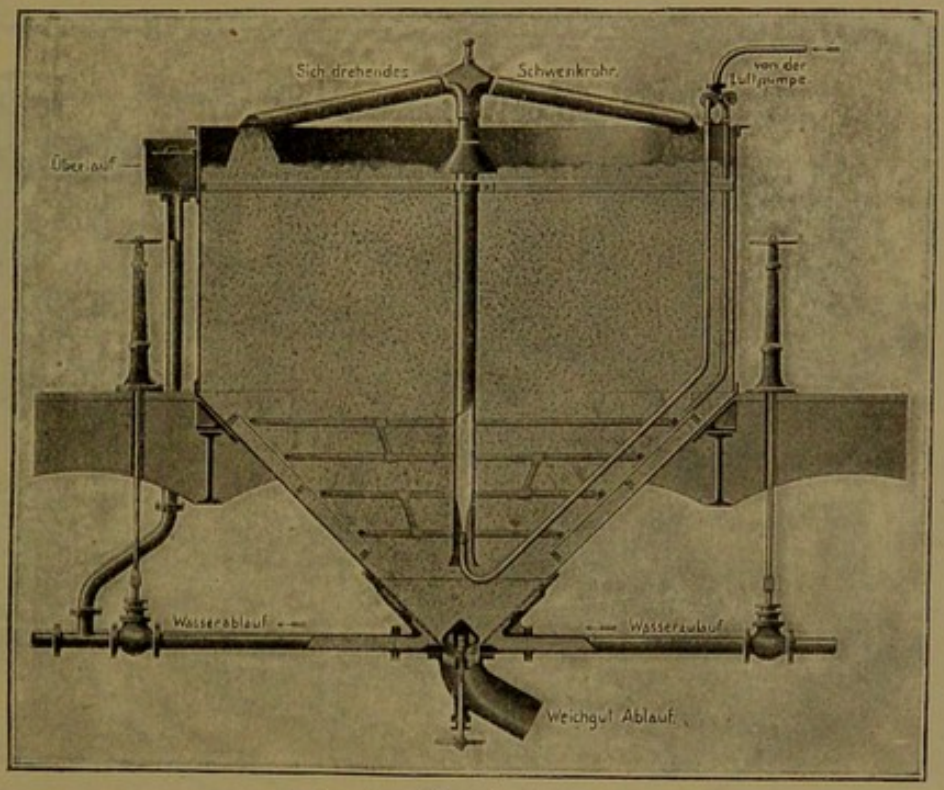
Fig. 26. Pneumatische Wasch- und Gerstenförderungsanlage.

das von unten eingelassene frische Wasser, das oben ablaufend wohl einen Teil der Verunreinigung mit fortnahm, aber den größten Teil der Filterwirkung der dicht liegenden Gerste überlassen mußte. Die Waschung suchte man durch mechanische Bewegung der Gerste im Wasser zu verbessern und brachte Rührwerke an, die von einem konischen Räderpaar von oben angetrieben, wohl die Waschung erleichterten, aber nicht verbesserten. Außerdem ist bei mechanischem Rühren eine Beschädigung der Körner möglich, wenn

es gründlich wirken soll. Es ist deshalb nötig, die Gerste erst einige Zeit im Wasser zu lassen, bis der Schmutz aufgeweicht ist und sich beim Durchrühren der Gerste beim Aneinanderreiben ihrer Körner leicht abschlämmt, ohne Teile der Schale mitzunehmen, durch die später dann leicht Bakterien und Schimmelpilze eintreten könnten.

Beim Behandeln der Gerste im Quellstock (in der Weiche) zeigen sich gleich im Anfang auf dem Wasser schwimmende Anteile, bestehend aus leeren, sogenannten tauben Hülsen; ist die Gerste solange geweicht, daß mit dem Waschen begonnen werden kann, dann wird mit dem ablaufenden Wasser (Weichwasser) diese leichte Gerste, „Schwimmgerste", weggeschwemmt und auf einem Sieb in dem am Auslauf des Weichwassers befindlichen Kasten zurückgehalten, von Zeit zu Zeit entfernt, getrocknet und meist als Vogel-

Fig. 27.



Gerstenweichen im Schnitt.

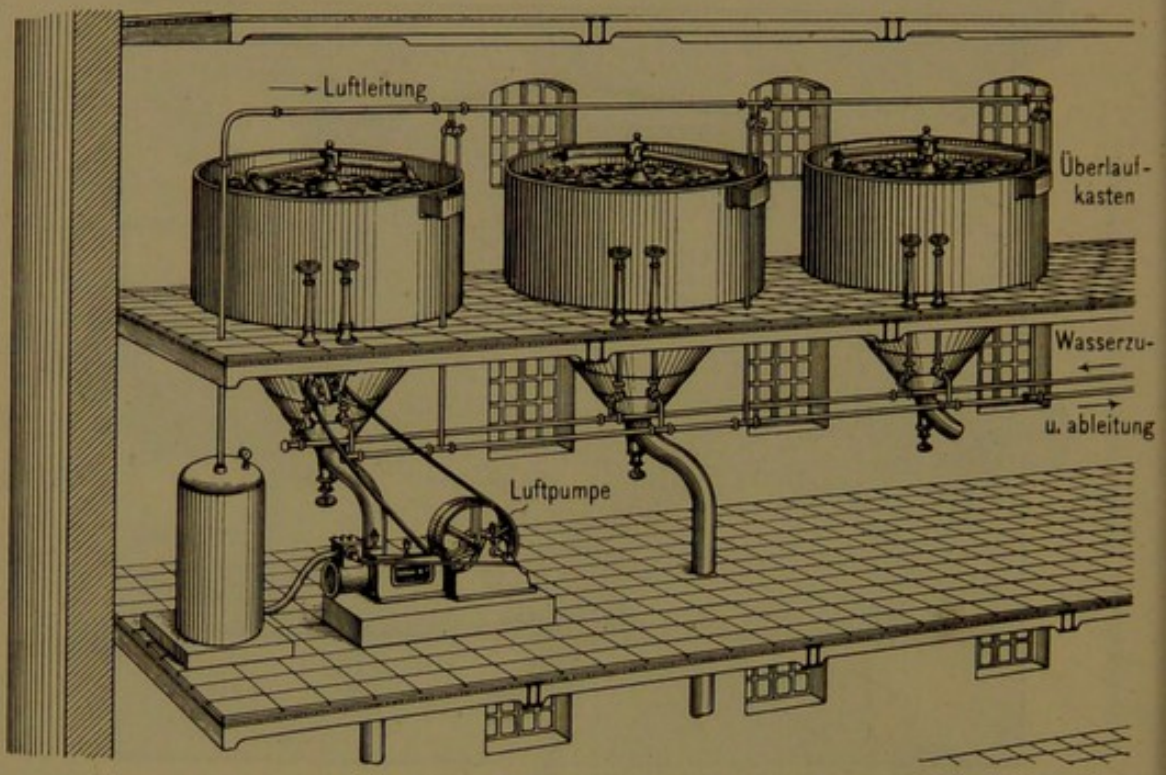
oder Hühnerfutter verkauft. Das Waschen der Gerste wird nun fortgesetzt bis das ablaufende Wasser hell ist. Es ist also mit dem Waschen erst zu beginnen, wenn der Schmutz auf der Schale genügend erweicht und abschlämmbar (etwa nach 12 bis 15 Stunden) ist, ohne Schalenteile mitzureißen, aber auch nicht zu spät, weil nach längerer Weiche die Schale sehr weich und verletzbar ist.

Für kleinere Betriebe, landwirtschaftliche Brennereien, werden noch zementierte Quellstöcke verwendet, wie sie z. B. die Firma C. G. Bohm nach Fig. 23 (s. S. 122) anfertigt. Die Form derselben erlaubt ein rasches Auslaufen der quellreifen Gerste in die Mälzerei; die am Boden befindliche Lüftungseinrichtung erfüllt ihren Zweck sehr leicht, weil beim Lufteinblasen für die emporgeschleuderte Gerste stets Gerste an den schiefen konischen Wänden nach unten gleitet. Der Wasserablauf ist wie üblich mit dem Kasten für die Schwimmgerste verbunden. Für größere Brennereien und große Preßhefen-

fabriken sind die Gerstenweichen Fig. 24 (s. S. 123) (Bohm) bestimmt, zu deren Belüftung ein besonders konstruiertes Rotationsgebläse, Fig. 25 (s. S. 123), für 9 bis 10 m Wassersäulendruck geliefert wird; ferner die Gerstenweichen, Fig. 26 (s. S. 124) (Maschinenbau-A.-G. Golzern-Grimma [Hentschel]) und diejenige Fig. 27 (a. v. S.) und Fig. 28 (J. A. Topf u. Söhne, Erfurt), Fig. 29 und Fig. 30 (a. f. S.) Idealweiche der Firma Strauch u. Schmidt, Neisse O.-S.

Die Gerstenweichen von Bohm und Golzern-Grimma sowohl wie von Topf u. Söhne gestatten ausreichende Lüftung der Gerste, zugleich mit deren Waschung, die dann nur auf dem Aneinanderreiben der Körner beruht und für die Schale gefahrlos ist. Letztere beiden erlauben aber auch die Überführung der quellenden Gerste behufs Waschung in eine andere Weiche, wodurch die Lüftung, also der Sättigungsvorgang der Gerste mit Luft sehr

Fig. 28.

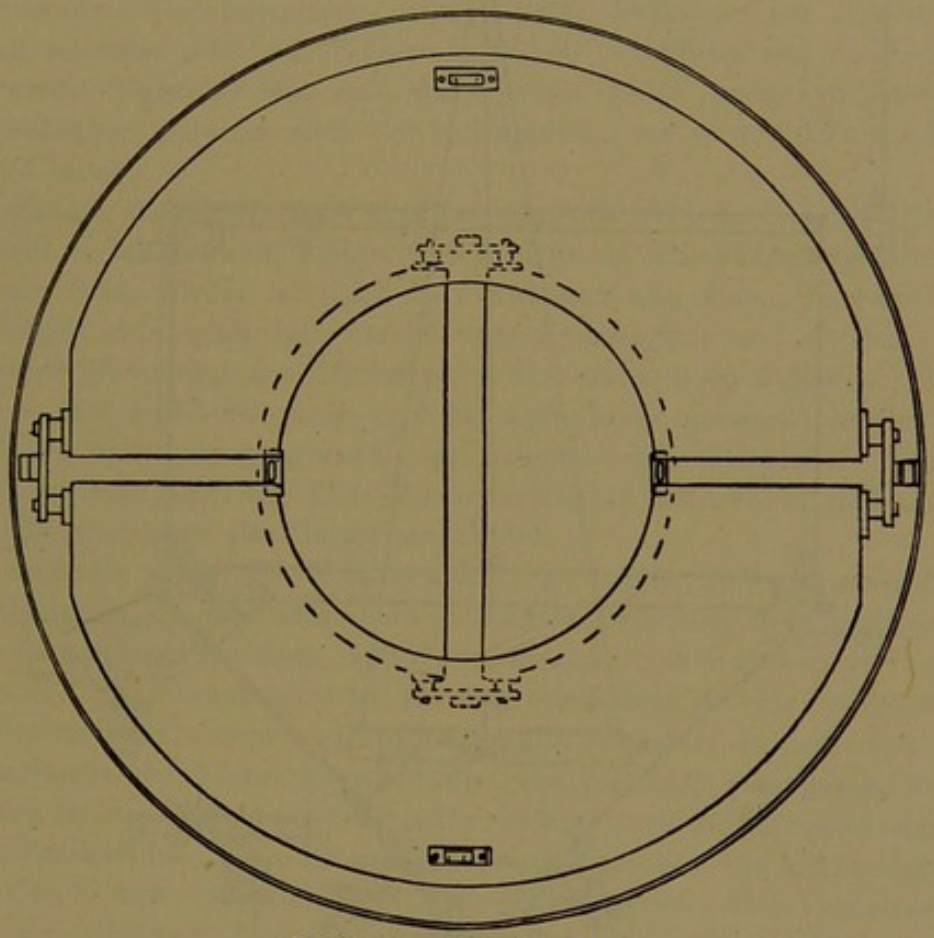


Gerstenweichanlage mit Weichgutbeförderung während der Waschung.

gefördert wird gegenüber der Methode, die Gerste durch Lüftung und Durcheinanderwühlen im gleichen Quellstock unter fortlaufendem Zufluß von frischem Wasser zu waschen. Bei Fig. 26 sehen wir z. B. die Weiche III sich in Weiche I entleeren. Die eingepreßte Luft nimmt im Steigrohr der Weiche III die Gerste mit nach oben und drückt sie durch die quer darüberliegende Leitung in Weiche I. Durch entsprechende Stellung der in dieser Leitung sichtbaren Dreiweghähne läßt sich jede Weiche in eine der anderen umarbeiten. Daß hierbei die Gerste reichlich mit Sauerstoff in Berührung kommt und sich gleichzeitig innig aneinanderreibt und reinigt, leuchtet ohne weiteres ein. Vorhandene Weichen aus Eisen oder Mauerwerk, die einen flachen Boden haben, können dadurch der Lüftung zugänglich gemacht werden, daß man eine transportable Lüftungseinrichtung anschafft, die an die Leitung der Preßluft mittels eines Schlauches angeschlossen und in der Gerstenmasse hin und her bewegt werden kann. In diesen Weichen würde eine feststehende

Lüftung nur ungenügend arbeiten können: denn der flache Boden gestattet nicht ein stetes Nachrutschen der übrigen Gerste nach der Stelle, wo sie die Luft nach oben nimmt. Es müßte dann schon ein weit verzweigtes Rohrsystem am Boden vorhanden sein, um gleichmäßig die Gerste durcheinander zu wirbeln, das aber beim Ausräumen der quellreifen Gerste sehr im Wege wäre. In Weichen mit konischem Unterteil läßt sich dagegen die Lüftung einrichten, wenn die Größenverhältnisse des Betriebes die Aufstellung eines Luftkompressors erlauben. Wo dies nicht der Fall ist, kann eine Lüftung dadurch bewirkt werden, daß man das unten in die Weiche und in die Gerste eintretende Wasser Luft mit einsaugen läßt, die in der Gerste in vielen Bläschen nach oben strebend zugleich mit dem nach oben durch-

Fig. 29.

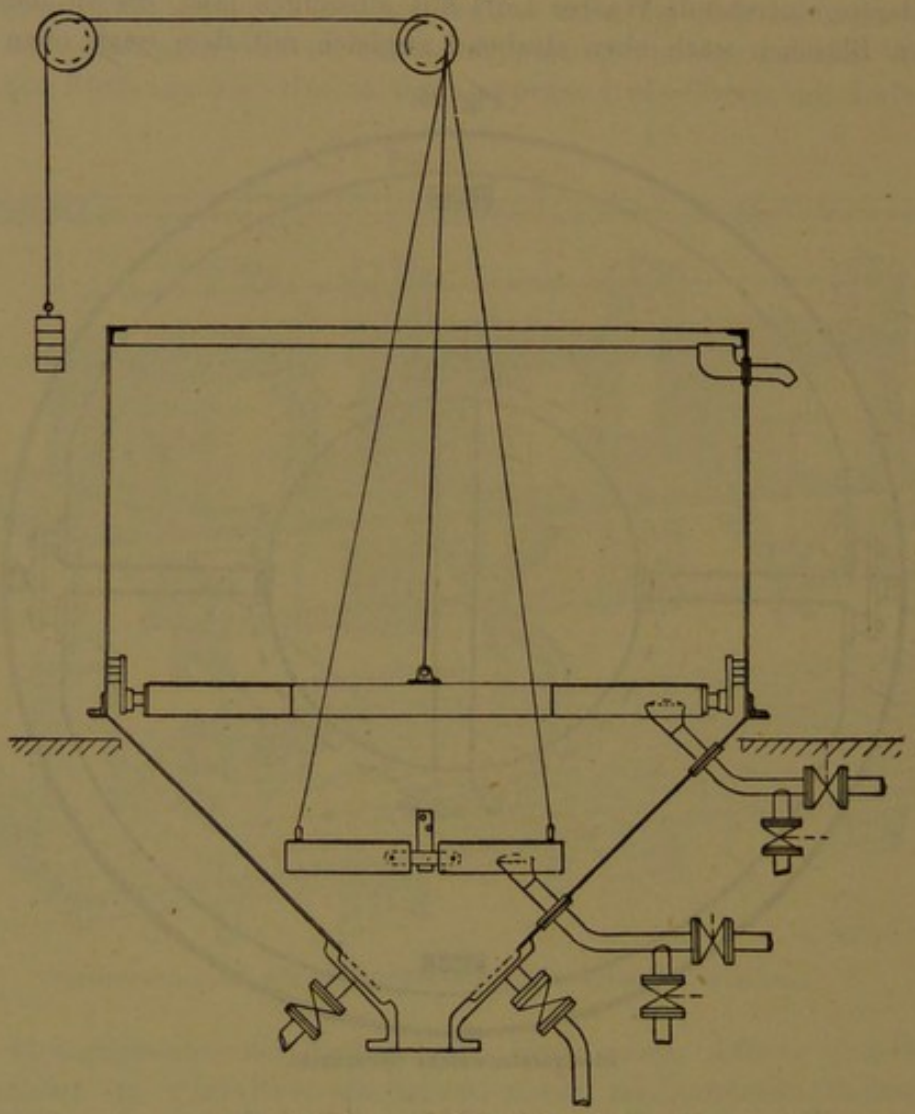


Idealgerstenweiche (Grundriß).

strömenden Wasser die Körner für kleinere Verhältnisse gut durchwühlen und waschen hilft. Jede derartige Lüftungsweiche ist einer mechanischen Durchrührung vorzuziehen, die, wenn sie gründlich wirken soll, beschädigte Schalen der Körner hinterläßt und außerdem noch den ganzen Luftgehalt des Gerstenkornes und des einströmenden Wassers entfernt, dadurch dem Keimling die notwendige Berührung mit Luft unmöglich macht und den Keimungsbeginn verzögert. Für eine moderne zweckmäßige Mälzerei kann also nur eine Gerstenweiche in Betracht kommen, die eine gründliche Waschung und Lüftung ermöglicht. Wie bei dem Mälzungsprozeß die Keimung nicht gleichbedeutend mit Aufschließung des Mehlkörpers, sondern richtig geleitet nur Mittel zum Zweck sein kann, so ist auch die Sättigung des Gerstenkornes mit Wasser allein nicht das, was zweckmäßigerweise unter „Weiche“ oder

„Quellung“ verstanden sein will. Während der Weiche muß der Gerste Gelegenheit gegeben werden, mit Luft in Berührung zu kommen, damit der Beginn der Atmung und damit der Tätigkeit des Keimlings nicht zu lange hinausgeschoben wird. Schönfeld hat besonders bei starker Waschung der Gerste eine Verzögerung der Keimung beobachtet, die er auf den Verlust der im Korn eingeschlossenen Luft zurückführt. Der Verfasser glaubt aber, daß daran auch der Verlust von Substanzen schuld ist, die bei allzu reichlicher Weiche der Gerste ihr und damit dem Keimling entzogen werden.

Fig. 30.



Idealgerstenweiche (Schnitt).

Während man früher die Gerste einfach im Wasser liegen ließ, dieses allerdings 2 bis 3 mal wechselte, aber nach dem Ablaufen gleich wieder erneuerte, hat man neuerdings sehr deutlich erkannt, wie sehr es günstig ist, der Gerste während der Quellung Gelegenheit zur Berührung mit der Luft zu geben. Dies geschieht bei den vorstehend beschriebenen Weich-, Wasch- und Lüftungsverfahren schon in sehr guter Weise.

Sehr von Vorteil hat sich nun die Luft-Wasserweiche erwiesen, durchgeführt mit den oben beschriebenen Lüftungsvorrichtungen. Während sonst die Luft-Wasserweiche so gehandhabt wurde, daß man die Gerste in die mit Wasser gefüllte Weiche schüttete, nach etwa 3 bis 6 Stunden wusch,

indem man von unten frisches Wasser eintreten ließ, bis es oben klar ablief, dann die Gerste etwa 6 bis 8 Stunden unter Wasser hielt, danach das Wasser ablaufen und die Gerste 6 bis 8 Stunden ohne Wasser stehen ließ und diesen Wechsel wiederholte, bis die Gerste quellreif war, kann man mit den modernen Weichen die Luft-Wasserweiche sehr gründlich und günstig dadurch gestalten, daß man in die gewaschene Gerste, von der das Wasser abgelaufen ist, von unten kurze Zeit Luft einbläst und sie dann noch einige Stunden ohne Wasser stehen läßt. Man erreicht so eine sehr energische Reizung des Keimlings; die Gerste fängt bald zu „spitzen“ an, zu einer Zeit, die gegenüber der nach der gewöhnlichen Weichmethode behandelten Gerste eine Förderung des Beginnes des Keimprozesses um 1 bis 2 Tage bedeutet.

Vielfach findet man die Luft-Wasserweiche so betätigt, daß mit einem sich drehenden Verteilungsrohr, wie es beim Abläutern der Treber üblich war und teilweise noch ist, Wasser in feiner Verteilung auf die Gerste gegeben wird. Teilweise läßt man das Wasser gleich unten von der Gerste wieder ablaufen, teilweise auch sich ansammeln, um es von Zeit zu Zeit ablaufen zu lassen.

Sicher ist, daß die Luft-Wasserweiche große Vorteile bietet. Die Gerste steht nicht so lange unter Wasser, wird nicht so sehr ausgelaugt, der Keimling kommt stets wieder mit Luft in Berührung und eine „Überweiche“ mit ihren Folgen, wie bestenfalls verspätetem Keimbeginn und schlimmstenfalls fast völliger Hemmung der Keimung, ist fast ganz ausgeschlossen. Wasseraufnahme und Luftberührung sind so aufs beste geregelt, weshalb auch die Mälzung selbst so gleichmäßig als möglich sich abwickelt. Mit etwas Übung kann man auch die Luft-Wasserweiche so vollziehen, daß möglichst wenig Substanzverlust der Gerste stattfindet.

Neuerdings wird, wie oben erwähnt, auch die Heißwasserweiche sehr günstig beurteilt, die besonders eine gründliche Befreiung der Gerste von den anhaftenden Mikroorganismen und Verminderung von Substanzverlusten bewirken soll. Als Vorzug wird bei ihr hervorgehoben, daß sie die Behandlung der Gerste mit Kalkwasser unnötig mache, die besonders da gerne geübt wird, wo mangelhafte Gerste zur Verwendung gelangen muß oder lange Führung des Malzes in Frage kommt. Windisch hat nach Kalkwasserbehandlung Gerste vorteilhaft bei 18 bis 20° geweicht, ohne Kulturen von Mikroorganismen auf der Gerste und später auf dem Malz großzuziehen. Der Verfasser selbst hat bei Verarbeitung normaler gesunder Gerste und rationeller Lüftungsweiche die Kalkbehandlung durchaus entbehren können und möchte auch gar nicht dazu raten. Wenn damit fahrlässig umgegangen, das Kalkwasser nicht genügend ausgewaschen wird, dann ist der Fehler schlimmer. Außerdem ist der Substanzverlust der Gerste bedeutend größer, weil allem Anscheine nach die alkalischen Stoffe des Weichwassers der Gerste Salze und Stoffe entziehen und die Schale empfindlicher machen. Bei guter Gerste und gut eingerichteter Weiche ist die Kalkbehandlung mindestens mehr wie entbehrlich. Bei Warmwasser-Kalkbehandlung ist jedenfalls zum Schluß unbedingt nochmals kaltes Wasser zu geben, damit die Gerste kalt zur Mälzung gelangt. Bei der Kalkbehandlung ist dringend darauf zu achten, daß keine Kalkteilchen mit in die Weiche kommen. Es ist deshalb nötig, über den Weichen einen genügend großen Behälter aufzustellen, in dem das frische Wasser mit größeren Mengen von gelöschtem Kalk in Berührung ist und bei öfterem Durchmischen

sich mit Calciumhydroxyd sättigen kann. Das Kalkwasser wird von dem abgesetzten Kalk klar abgezogen und zur Hälfte mit Wasser verdünnt zur Weiche verwendet. Die abgezogene Menge Kalkwasser wird im Kalkwasserbehälter sofort wieder durch Frischwasser ersetzt, damit stets Kalkwasser bereit ist.

Was die Dauer der Weiche anlangt, so wurde weiter oben schon angeführt, daß sich dafür keine bestimmten Zahlen angeben lassen. Es gehört eben zur Kunst des Mälzers, hier den richtigen Zeitpunkt zu erkennen. Die äußeren Merkmale der Quellreife sind eher festzulegen. Bei ihr muß sich das Gerstenkorn der Länge nach gerade zusammendrücken lassen und im Inneren des Mehlkörpers eine noch etwas sichtbare ungeweichte stecknadelkopfgroße Masse aufweisen. Dann läßt sich die Schale leicht vom Mehlkörper abziehen. Unter allen Umständen ist die Überweiche zu vermeiden; man geht — besonders wenn nicht ganz gleichmäßige Gerste vermälzt wird — nur so weit mit der Quellung, daß die kleinsten Körner richtigen Weichegrad haben. Besonders ist das zu beachten bei Vermälzung von Gerste, Roggen, Weizen und Hafer. Am sichersten geht man mit der Verwendung getrennter Quellstöcke für das verschiedene Getreide. Jedenfalls gilt auch hier die Vorschrift, die Beendigung der Weiche lieber nicht abzuwarten, sondern kurz vorher auszuweichen und dem Getreide bei der Mälzung noch Wasser, Nachweiche, zu geben. Wo örtliche oder sonstige Verhältnisse es etwa bedingen, verschiedenes Getreide gemischt einzuweichen und zu mälzen, und nur eine Weiche zur Verfügung steht, ist dasjenige Getreide, das weniger Weiche braucht, später zuzugeben, zu einem erfahrungsgemäß festzustellenden Zeitpunkt, so daß beide Sorten gleichzeitig quellreif werden. Zum Schluß sei wiederholt darauf hingewiesen, dafür Sorge zu tragen, daß genügend Weichen vorhanden sind. Je mehr die moderne Weiche die Dauer der Weichzeit kürzt, desto weniger Weichen sind nötig. Also die Modernisierung der Weichen bedeutet Ersparnis an Anlagekapital, da die Gerste schneller die Weiche verläßt und sie für neue Schüttung frei macht.

γ) Die Durchführung der Mälzung. $\alpha\alpha$) Über die Malztenne im allgemeinen. Als man im Laufe der Entwickelung der Gärungsindustrie die im keimenden Gerstenkorn schlummernden Kräfte kennen gelernt hatte, war man auch bald ebenso empirisch dahinter gekommen, daß dieser Keimprozeß möglichst ohne Tageslicht und kühl vor sich gehen müsse. Daher die Verlegung dieser Arbeit in Kellerräumlichkeiten, deren Böden zuerst aus Backstein gemauert, aber später mit Platten belegt waren. Diese Mälzerei in sogenannten Malzkellern wurde bis gegen Ende des vorigen Jahrhunderts fast überall in mehr oder minder einfacher Form durchgeführt.

Die Brauerei und von der Hefenindustrie das alte Verfahren waren ja fast ganz auf Darrmalz angewiesen, weil diese alte „Tennenmälzerei“ sehr abhängig von der Außentemperatur, von der Jahreszeit war. Die Sommermonate, besser die meist warmen Monate — Mai bis Mitte September — machten die Mälzerei auf der Tenne, im Malzkeller, unmöglich; man war deshalb gezwungen, für die Fabrikation Dauerware herzustellen und zwar in den günstigen kühleren Monaten so viel, daß der Jahresbedarf gedeckt war; man erzeugte Darrmalz, das trocken gelagert, beliebig lange sich hält. Die Anlage dieser Malzkeller war eine kostspielige Sache, sie mußten mindestens 2 bis 3 m tief in der Erde angelegt sein, damit eine von der Außentemperatur

unabhängige gleichmäßige Temperatur darin herrschte. Je mehr eine Tennenanlage sich bei etwa 12,5° halten läßt, desto günstiger für die Malzführung. Feucht dürfen die Tennen aber auch nicht sein; sie müssen rasch und leicht gelüftet werden können, so aber, daß ein allzu rasches Abtrocknen des Malzes vermieden wird. Die Abzugsfenster werden gleichzeitig so angelegt, daß direktes Sonnenlicht nicht eindringen kann; die Fensteröffnungen tragen deshalb obenher kleine Abdachungen aus Holz oder aus ganz mattem Glas, das der Erhöhung der Lichtundurchlässigkeit halber oft noch mit Kalkmilch bestrichen wird. Da die Tennen tief in dem Boden liegen, sind die Fensteröffnungen meist schräg nach oben ziehende Licht- und Luftschächte, unten mit verstellbarem Fenster verschlossen, oben, wie erwähnt, durch kleine Abdachungen, die die Öffnung freilassen, aber den Eintritt von Licht verhindern, geschützt.

Die alten Malztennenanlagen stellen sich dar als starke ausgemauerte Kelleranlagen, die, weil unter den übrigen Fabrikräumlichkeiten liegend, deren ganze Last zu tragen haben. Die Decken der Tennen waren deshalb früher stark gemauerte, auf steinernen oder auch gemauerten Säulen ruhende Gewölbe, eine Bauart, die eine starke Beschneidung des Raumes der Tennenoberfläche bedingte. In dem Maße als die Eisenkonstruktion in dem Haus- und Fabrikbau immer mehr sich einbürgerte, wurde auch die Konstruktion der Tennendecke praktisch umgestaltet. Einige verhältnismäßig zierliche eiserne Säulen übernehmen den Gesamtdruck der auf der Decke ruhenden Gebäudelast. Die Decke selbst besteht aus Trägerlagen mit dazwischen gesprengten kleinen Betongewölben. So wurde die Kelleranlage für die Mälzereiarbeit räumlich freier. Unbedingt ist darauf zu sehen, daß weder an den Wänden, noch durch die Decke Wasser oder überhaupt Feuchtigkeit herab- oder durchsickert: auch für die Tenne gilt als oberstes Gesetz — Reinlichkeit. Diese durchsickernde Feuchtigkeit ist die Nährflüssigkeit für alle möglichen Kulturen von Mikroorganismen, die nicht erwünscht sind und mit dem herabtropfenden Wasser von der Decke in das am Boden liegende Malz fallen oder an den Wänden herunterlaufend den Boden infizieren. Versuche, Decke und Wände mit dunklen wasserundurchlässigen Schutzanstrichen zu versehen, haben sich nicht bewährt, weil sie die ohnehin lichtarme Tennenarbeit erschweren. Und wenn die Decke und die Mauer nicht dicht sind, helfen sie auch nichts. Das Einfachste ist die öfters und leicht auszuführende Tünchung von Decke und Wänden mit Kalkmilch, die ein ausgezeichnetes Gegenmittel gegen Mikroorganismen ist und nach des Verfassers langen Erfahrungen keines besonderen antiseptischen Mittels bedarf, wie sie vielfach angeboten werden. Ist die Tenne genügend gelüftet und gegen äußere Feuchtigkeit dicht erstellt, so bilden die getünchten Decken und Wände trockene weiße Flächen, die somit der beste Anzeiger undichter schadhafter und gefährlicher Stellen sind.

Um Undichtigkeiten zu vermeiden, sollte deshalb die Decke so wenig wie möglich von Leitungen durchbrochen werden; ist dies aber nicht umgehbar, so muß die Stelle des Rohrdurchganges sehr gut abgedichtet werden. Es ist, wie gesagt, gerade die Kalkmilchtünchung das beste Mittel, sich über den richtigen, möglichst reinen Zustand der Tenne ein Bild zu machen: Decke und Wände müssen weiß und trocken sein. Auch helle Ölfarb- oder Lackanstriche sind nicht zu empfehlen; sie erscheinen hell und rein, auch wenn sie mit Feuchtigkeit belegt sind, die, zu genügend großen Tropfen zusammen-

gelaufen, Boden und Malz verunreinigen kann. Die Wände und Decken müssen deshalb dicht mit Zement gemauert, verputzt und mit einem Glattstrich aus Zement versehen sein. Gewöhnlicher Verputz aus Kalk und Sand ist direkt gefährlich und unzulässig. Günstig ist es, in der Höhe, soweit etwa die keimende Gerste die Wände berührt, einen Plattenbelag anzubringen oder die Wand in dieser Höhe mit einem Schutzanstrich zu versehen, deren es heute viele gibt und als welcher häufig eine Steinkohlenteer-Asphaltmischung genommen wird. Ebenso wichtig wie die richtige Beschaffenheit und Dichtigkeit von Wänden und Decke ist die des Bodens, auf dem die keimende Gerste tagelang lagert. Ursprünglich hatte man einfache, aus hart gebrannten Backsteinen gemauerte Böden, die sich aber rasch abnützten. Besser eignen sich dazu Platten aus dichtem Sandstein oder die beliebten Solnhofener Platten. Weniger günstig ist die Herstellung des Bodens aus Zementbeton mit Glattstrich; merkwürdigerweise ist der Zement gegen die geringen Säuremengen, die bei der Mälzung auftreten, nicht unempfindlich; auch die notwendige öftere Aufwascharbeit des Malzkellerbodens mit Schrubbern greift den Zement mechanisch an, so daß undichte Stellen freigelegt werden. Das Beste ist eben ein Belag von bestem Sandstein oder Solnhofener Platten, der aber sehr gut in Zementmörtel ausgeführt werden muß, so daß die einzelnen Platten nicht bloß gegeneinander abdichten, sondern auch nachträglich keine Senkungen sich bilden, die Undichtigkeiten oder kleine Vertiefungen zur Folge haben und Anlaß zu Infektionen geben können. Sehr wünschenswert ist eine kleine Neigung des Bodens nach einer Seite hin, damit das Waschwasser rasch und vollständig abfließt.. Was nun die Größe des Malzkellers anlangt, so ist das meist der wundeste Punkt der Tennen-Mälzereianlagen. Wenn es auch angesichts der großen Kosten, die die Ausschachtung und Anlage eines Malzkellers kostet, leicht begreiflich ist, daß man vielleicht die Größe mehr den bestehenden Verhältnissen als denen der Zukunft anpaßt, mehr dem normalen Bedarf als dem der möglichen Höchstbeanspruchung, so sollte doch eine Tatsache stets davor bewahren, hier zu sparen: die Tatsache, daß die Vergrößerung bestehender Tennenanlagen oft kaum mehr oder nur mit unverhältnismäßigen Kosten möglich ist. Eine zu kleine Anlage bedeutet aber auch Rückschritt für den Betrieb, weil sie zu Arbeitsweisen zwingt, die den Regeln der Mälzerei Hohn sprechen. Die Tennenmälzerei kommt ja für den Hefenbetrieb nicht mehr als Neuanlage, sondern nur noch als bestehende Anlage in Betracht und da nur für kleine Betriebe. Denn wo es sich um Verarbeitung von Grünmalz handelt, dürften sich nicht unbedenkliche Schwierigkeiten ergeben, wenn im Sommer z. B. tadelloses, diastasestarkes Malz gewonnen werden soll. Meist wird dann die Tennentemperatur so warm, daß die Gerste in kurzer Zeit stark auswächst, ohne die richtige Lösung zu haben. Der Verfasser hat zwar gesehen, wie sich größere Betriebe beim Übergange zum Lüftungsverfahren, also zur ständigen Erzeugung von Grünmalz während des ganzen Jahres, mit Erfolg durch künstliche Kühlung halfen, die es gestattet, bestimmte Best-Temperaturen auch im Sommer auf der Tenne zu halten, ja sogar dickere Schichten von Gerste zu legen, also den Raum besser auszunützen. Wo also künstliche Kühlung zu Hilfe genommen wird, wie sie z. B. für die Lagerkeller der Brauereien üblich ist, kann auch die oberirdische Anlage der Tennenmälzerei in Frage kommen, was in Amerika seinerzeit durchgeführt wurde. Es dürfte aber recht bald die Zeit kommen, wo die Tennen-

mälzerei der Vergangenheit angehört, wenigstens was mittlere oder größere Betriebe der Gärungsindustrie anlangt. Wenn sie trotz alledem in diesem Buche besprochen wird, so geschieht es deshalb, weil doch viele kleine Betriebe der Hefenindustrie noch solche einfache Anlagen haben und die Malzführung im Prinzip für alle anderen Systeme die gleiche und nur leichter wie die auf der Tenne ist.

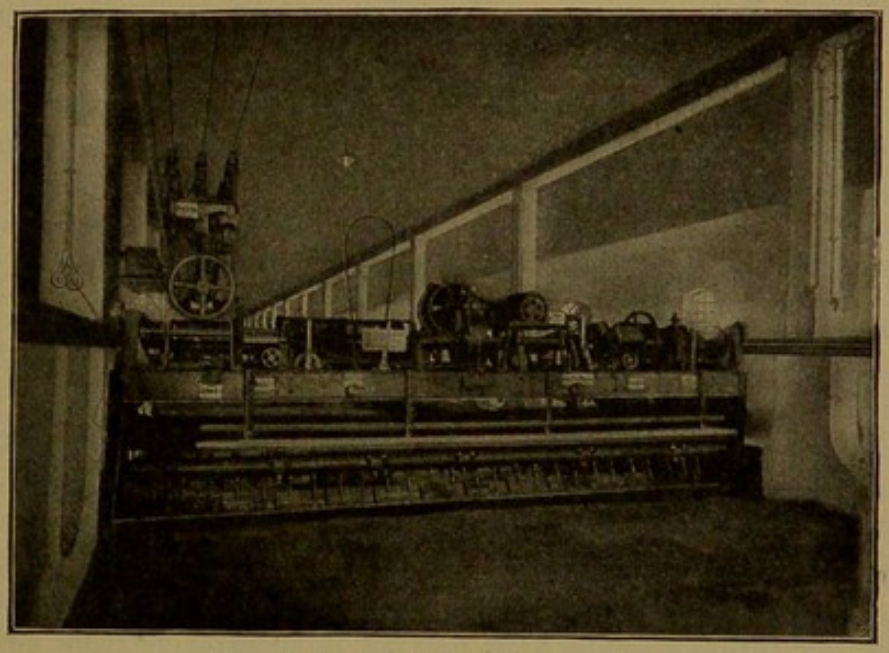
ββ) Das Malz auf der Tenne. Hat die Gerste in dem Quellstock die richtige Weiche erreicht, dann pflegt man sie in den Malzkeller, auf die Tenne herunterzulassen. Wie wir sehen, gehen die meisten Weichen mit ihrem Unterteil durch die Decke der Malztenne hindurch; nach Öffnen eines Schiebers vom Keller aus entleert sich die Weiche mit konischem Unterteil von selbst auf die Tenne; bei Weichen mit geradem Boden muß die Gerste nachgeschoben werden. Aus dem unter „Luft-Wasserweiche“ Gesagten geht nun hervor, daß es gut ist, die Gerste mit Luft zu sättigen, ehe sie zur Keimung kommt. Deshalb ist es oft sehr angebracht — besonders wo genügend Weichen vorhanden sind — die geweichte Gerste nach Ablauf des Weichwassers noch ohne Wasser einige Stunden in der Weiche zu lassen. Ist das nicht angängig, dann kann man die Gerste auch gleich nach Ablassen des Wassers auf die Tenne bringen, doch legt man sie dann zuerst etwa einen halben Meter hoch auf, um sie rascher zur Erwärmung bzw. zur Keimung zu bringen. Doch ist bei diesem „Spitzhaufen“ Vorsicht geboten, damit er bei entsprechender Innentemperatur, bei beginnender Keimung rechtzeitig auseinander gezogen wird. So langsam die Erwärmung des Spitzhaufens anfänglich vor sich geht, so rapid steigt sie, wenn die Erwärmung im Gange ist. Das gilt für die Keimung auch im allgemeinen.

Beginnt die Gerste zu spitzen, dann wird der Gerstenhaufen auseinandergebracht, so daß er Schichten bis zu 25 cm Höhe bildet, je nach den bestimmenden Umständen, die der Mälzer zu würdigen hat. Erweist sich die Gerste als hitzig, ist außerdem die Temperatur der Luft in der Tenne nicht besonders kühl, ist also leicht möglich, daß die Gerste bei etwa 25 cm Schichtung allzu warm wird und deshalb allzu rasch keimt, so ist eine Haufenhöhe von nur 15 bis 20 cm zu wählen. Auch hier lassen sich keine Zahlen und Normen angeben, es ist Sache des Mälzers, hier wie bei der ganzen Mälzung ab- und zuzugeben, seine „Kunst“ zu zeigen. Da es, wie oben gesagt, der Sicherheit halber stets vorgezogen wird, nicht die Grenze der absoluten Quellreife abzuwarten, so ist auch in den ersten Tagen achtzugeben, daß durch Befeuchten des Junghaufens allenfalls „Nachweiche“ gegeben wird. Diese muß aber so vollzogen werden, daß das Wasser in möglichst feiner Verteilung darauf gegeben wird, damit sich keine Wasserlachen bilden, in denen ganz besonders beschleunigtes Wachstum vor sich geht. Immer hat sich der Mälzer — er mag arbeiten nach welchem System er wolle — daran zu erinnern, daß nicht die Erreichung einer bestimmten Länge von Wurzel- und Blattkeim allein gutes Malz bedeutet, sondern nur das Erreichen dieser Merkmale bei langsamer kalter Führung, also nicht in 3 bis 4 Tagen, sondern für unsere Zwecke in 9 bis 11 Tagen, wie wir weiter oben es schon besprachen. Es ist leicht, in ganz kurzer Zeit langes, sehr langes Gewächs zu erzielen, aber ihre gewünschte Begleiterin, die Lösung des Mehlkörpers, wird man dauernd vermissen. Ist also im Haufen die Temperatur etwa auf 15 bis 17° gestiegen (die höheren Grade empfiehlt der Verfasser, da für unsere Zwecke

die schwer lösbaren eiweißreichen Gersten in Frage kommen), dann ist es nötig, den Haufen umzuschaufeln, wodurch er abgekühlt und gelüftet wird. Bei der Keimung entsteht ja Wärme und Kohlensäure; letztere schwerer als Luft, diffundiert von selbst so gut wie gar nicht in diese, sondern hält sich im Haufen am Boden und würde auf die Dauer den Keimling ersticken; die Wärme selbst ist im unteren Teile des Haufens am Boden am stärksten, oben geht sie teilweise in die umgebende Luft über. Ist eine bestimmte Höhe der Temperatur erreicht, so wächst sie ungemein rasch bis zur Abtötung jedes Lebens im keimenden Korn. Deshalb schaufelt man bei einer Temperatur von höchstens 17° im Haufen diesen um, man „wendet“ ihn. Zur Kontrolle befinden sich deshalb in den Haufen stets Thermometer. Und zwar sollte man da nicht sparen, sondern für jeden Haufen ein Thermometer haben, da sonst leicht einmal der geeignete Zeitpunkt fürs Wenden übersehen werden kann. Besonders ist das auch wichtig, wenn man bei zurückgebliebenen Gersten den Haufen „greifen“ oder „in Schweiß“ kommen läßt. Da der Tennenboden von unten durch die Erde kühlgehalten wird, so schlägt sich, je intensiver die Keimung bzw. die Erwärmung verläuft, Wasserdampf am Boden des Haufens nieder, der Haufen „schweißt“ und schießt im Gewächs rascher vor, das dann ineinander wächst: das Malz „greift“. Doch sind das Kunststücke, die nur ein geübter Mälzer unternimmt, um ein schlecht wachsendes Material zu energischer Arbeit anzuregen. Besonders bei den hocheiweißreichen Gersten hat Verfasser das öfter mit Erfolg getan. Ist der Haufen richtig im „Schweiß“ und fängt an zu „greifen“, dann heißt es „wenden“, eine Arbeit, die leichter gesagt als richtig getan ist. Es handelt sich dabei doch nicht bloß darum, die ausgeatmete Kohlensäure zu entfernen, mit der Luft zu verdünnen und mit dieser wegzulüften, sondern auch die keimende Gerste abzukühlen und — nicht zuletzt — die am Boden des Haufens gelegenen feuchteren Anteile nach oben und die an der Oberfläche gewesenen keimenden Körner, die etwas abgetrocknet sind, nach unten im Haufen zu bringen. Deshalb nimmt der Mälzer beim Wenden zuerst die obere Schicht einer Partie auf die flache Holzschaufel, wirbelt sie durch die Luft, so daß die einzelnen Körner möglichst voneinander frei niederfallen und nun auf den Boden zu unterst zu liegen kommen. Auf den zweiten „Stich“ nimmt er da, wo er die obere Partie mit der Schaufel weggenommen hatte, die am Boden befindliche Partie weg, wirbelt sie durch die Luft, so daß sie gekühlt und gelüftet zu oberst auf die vorher gewendete zu liegen kommt. So wird nicht bloß der Haufen abgekühlt und gelüftet, sondern auch in der Schichtung gewechselt, so daß die Teile, die oben und unten gelegen haben, gewendet unten und oben zu liegen kommen. Je nach Bedürfnis kann beim Wenden von Zeit zu Zeit Wasser eingestäubt werden. Bei diesem Wenden kommt nun der Haufen immer wieder so ziemlich auf die gleiche Bodenfläche zu liegen, nur einmal mehr nach links oder nach rechts. Wo Platz genug auf der Tenne ist, läßt man zwischen den einzelnen verschieden weit gediehenen Haufen kleine Zwischenräume, andernfalls werden Holzwände dazwischen aufgestellt. Der keimende Gerstenhaufen bleibt also bis zu genügendem Wachstum und guter Lösung so ziemlich auf der gleichen Fläche der Tenne liegen und wird nur von Zeit zu Zeit je nach Bedürfnis „gewendet“. Zweckmäßig bringt man bei jedem Haufen eine Tafel an, bei der der Tag des Ausweichens auf die Tenne notiert wird, ebenso wie Herkunft oder andere Be-

sonderheiten der Gerste, so daß man beim Durchschreiten des Malzkellers rasch über die Bestände an Grünmalz oder über die ganze Mälzarbeit unterrichtet ist. Es kann deshalb vorkommen, daß die frisch ausgeweichte Gerste weit ab von den Gerstenweichen zu liegen kommt. Man läßt sie dann in Roll-Kippwagen laufen, mit denen sie leicht allüberallhin auf der Tenne gefahren werden kann. Bezüglich des Wendens hat man auch insofern Fortschritte gemacht, als man es maschinell vollziehen lernte. Fig. 31 zeigt uns einen solchen Apparat der Firma J. A. Topf u. Söhne, Erfurt, der völlig selbsttätig die einzelnen Haufen und zwar auf zwei „Stich" wendet. Der Wender, laut Abbildung, hat in der betreffenden Mälzerei fünf Haufen von je 450 Ztr. keimender Gerste zu wenden, eine Arbeit, die er bestens besorgt und die nur je einen Mann Bedienung für Tag und Nacht erfordert. Allerdings sind solche Wendeapparate nur anbringbar und anwendbar, wo eine gewisse Regelmäßigkeit der Tennen vorliegt. Auch können solche Apparate nur für

Fig. 31.



Mechanischer Tennen-Grünmalzwender.

größere Betriebe in Betracht kommen, die aber bei uns in der Hefenindustrie die Tennenmälzerei aus Platzersparnis und, um von der Jahreszeit unabhängig zu sein, mehr und mehr verlassen und den neueren Systemen sich zuwenden. Da diese einerseits nur etwa $^1/_5$ der Bodenfläche brauchen, wie die Tennenmälzerei, andererseits nur $^1/_8$ bis $^1/_4$ der für diese nötigen Arbeitskräfte, so ist leicht erklärlich, warum die Tennenmälzerei mehr und mehr verschwindet und fast nur noch in ganz kleinen Betrieben zu finden ist, wo jede andere Anlage unnötigen Kostenaufwand und keine Ersparnis bedeutete, oder in älteren größeren Betrieben, die bestehende Tennenanlagen noch haben und daneben neue Mälzereien aufstellten, um eine Betriebsstörung zu vermeiden.

Zu beachten ist nun beim Wenden immer, daß nach dieser Arbeit der Haufen möglichst gleich dick liegt und eine ebene Oberfläche hat, was nicht der Fall ist, wenn z. B. sogenannte Klumpen sich gebildet haben infolge übersehener rechtzeitiger Wendung, in welchem Falle das Gewächs rasch ineinander treibt. Diese Klumpen sind kaum mehr zu zerteilen.

Außerdem soll das Wenden nicht der Bequemlichkeit des Mälzers oder des Betriebes angepaßt, sondern zur richtigen Zeit vollzogen werden. Benötigt ein Haufen z. B. zweimaliges Wenden in 24 Stunden, so ist es nicht einerlei, ob dieses, um an Personal zu sparen oder Nachtarbeit zu vermeiden, nach je 6 Stunden vorgenommen wird. Denn dann wird das Malz abgeschreckt, zu stark gekühlt und bleibt zurück oder kann in der langen Zeit, in der es ungewendet liegt, zu warm werden! Also wenden, wenn es die Kunst des Mälzers, nicht dessen Bequemlichkeit für gut hält. Ein gut und richtig behandeltes Malz hat stets frischen, angenehmen Geruch, ähnlich dem einer frisch aufgeschnittenen Gurke, und krausen, kräftigen Wurzelkeim. Die Wassergaben beim Wenden richten sich ebenfalls nicht nach Normen, sondern nach dem Bedürfnis des Haufens; sie sind zum Schlusse vorsichtiger zu geben, wenn die Keimung ihrem Ende zugeht und die gewünschte Lösung erreicht zu werden beginnt. Es ist also Tennengröße, Einrichtung und Anzahl der Weichen so zu wählen, daß jede Gerste ganz ihren Eigenschaften entsprechend verarbeitet, geweicht und vermälzt werden kann, ohne Forderungen der Mälzereitechnik außer acht lassen zu müssen, deren Befolgung die Betriebsverhältnisse zu dessen Schaden nicht gestatten. Nicht daß Gewächs erzielt wird, heißt und bedeutet Mälzung, nur wie es erzielt wird; für unsere Zwecke und die eiweißreichen Gersten heißt das: Erzielung von kräftigem, krausem Wurzelkeim von etwa $1^1/_2$ bis 2facher Länge des Kornes und eines Blattkeimes, der etwa die Länge des Kornes hat und teilweise unter dem Spelz durchbricht und all das bei niederer Temperatur von im Mittel 15 bis 16° in 9 bis 11 Tagen.

γγ) Die pneumatische Mälzerei. Wie schon weiter oben bemerkt, hat die kostspielige Anlage der Tennenmälzerei, ihr teurer Betrieb und die Schwierigkeit, sie der Ausdehnung des Verbrauches anzupassen, sowie ihre Abhängigkeit von der jeweiligen Jahreszeit dazu geführt, die ganze Arbeit soweit als möglich mechanisch zu vollziehen, mindestens aber dafür zu sorgen, daß durch Temperaturregulierung und Lüftung auch in den warmen Monaten gutes Grünmalz gewonnen werden kann. Man ist in der Mälzereitechnik in den neuesten Fortschritten allerdings noch nicht zu dem Ideal gelangt, das die Zufuhr feuchter Luft und die Temperatur getrennt zu regulieren gestattet. Doch stellen sich die neuesten Mälzereibetriebe als dermaßen vollkommene Einrichtungen dar, daß man diesem Ziel sehr nahe kommen kann. Das Bedürfnis der Gerste nach Sauerstoff fällt nicht immer zusammen mit der Notwendigkeit, die erwärmte Gerste auch abzukühlen. Bis jetzt ist selbst bei den vollkommensten Einrichtungen nur beides zugleich möglich: die abgekühlte wassergesättigte eingeblasene Luft erniedrigt die Temperatur des durchblasenen Malzhaufens, verteilt die Kohlensäure und führt dem Keimling Sauerstoff zu; da die Abkühlung auf diese Weise besonders im Sommer nicht schnell vor sich geht, — eine allzu schnelle Herunterkühlung hätte auch ihre Schattenseiten — so ist klar, daß während dieser Zeit dem Keimling bedeutend mehr, als unter Umständen nötig, Luft dargeboten wird.

Die pneumatische Mälzerei mit Wendung durch Hand.

Die einfachste Form der pneumatischen Mälzerei stellt die dar, bei der an Stelle der gewöhnlichen Tennenflächen Abteilungen mit doppeltem Boden treten, deren oberster aus durchlöchertem, verzinktem Eisenblech

besteht. Auf diesem ruht die keimende Gerste. Der Raum zwischen Lochblech und Zementboden steht für jede Abteilung durch einen Schieber mit einem gemeinsamen Kanal in Verbindung, durch den mittels eines Gebläses abgekühlte feuchte Luft von gewünschter Temperatur eingeführt und durch

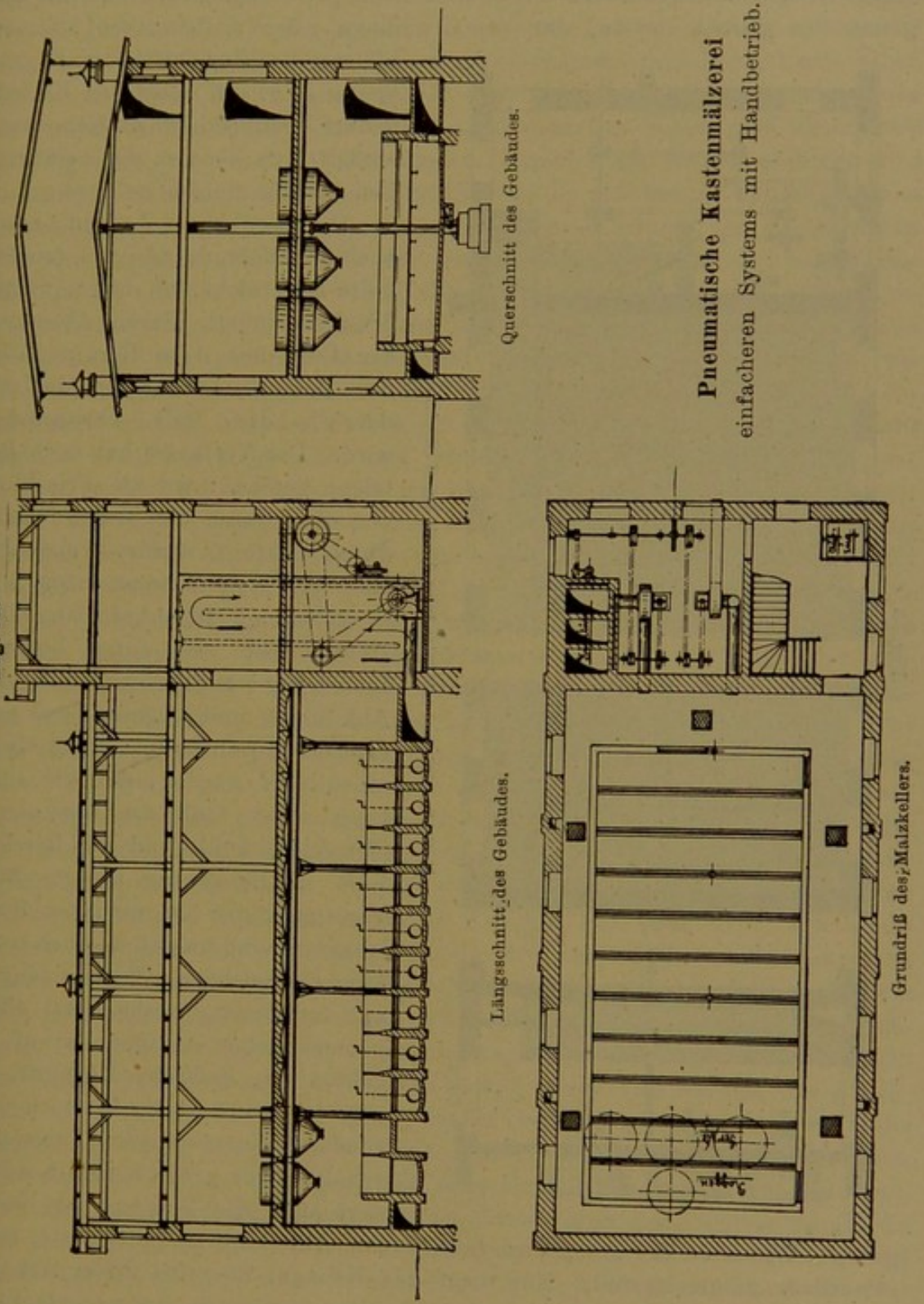


Fig. 32.

Pneumatische Kastenmälzerei
einfacheren Systems mit Handbetrieb.

die wachsende Gerste nach Bedarf geblasen werden kann. Die aus dem Malz verjagte schlechte Luft wird mit einem Ventilator, so lange gelüftet wird, aus dem Raume abgesaugt. Je nach der Keimdauer richtet sich die Anzahl der Abteilungen, aus denen die keimende Gerste täglich beim Wenden in die

nächste umgeschaufelt wird, so daß die geweichte, quellreife Gerste stets im ersten Kasten sich befindet. Meist sind diese Abteile gemauerte Kasten, groß genug, um auf einmal so viel Gerste auch im letzten Stadium aufnehmen zu können, als dem Tagesbedarf entspricht, und zwar, wenn sie rationell angelegt sind, dem Tagesbedarf der größten Beanspruchung. Jedenfalls gilt hier genau das gleiche Gesetz, das die Grundlage jeder zielbewußten Mälzerei bildet: die Einrichtung muß groß genug sein, um selbst bei Höchstbedarf genügend lange Keimdauer einhalten zu können, das heißt einfach richtig mälzen zu können.

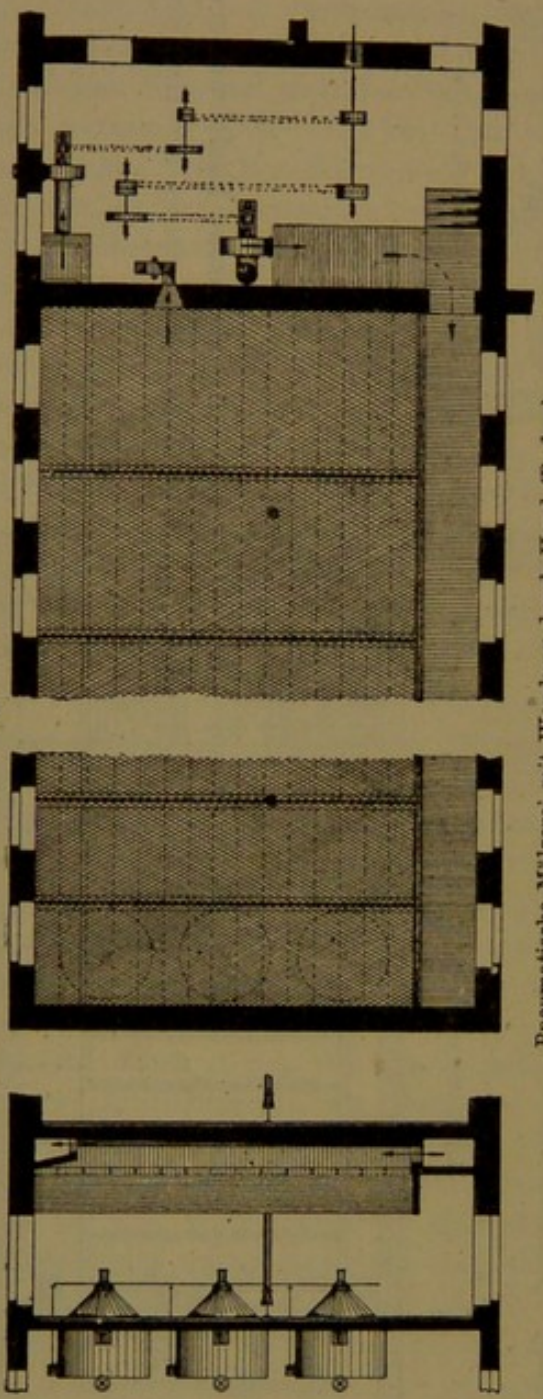
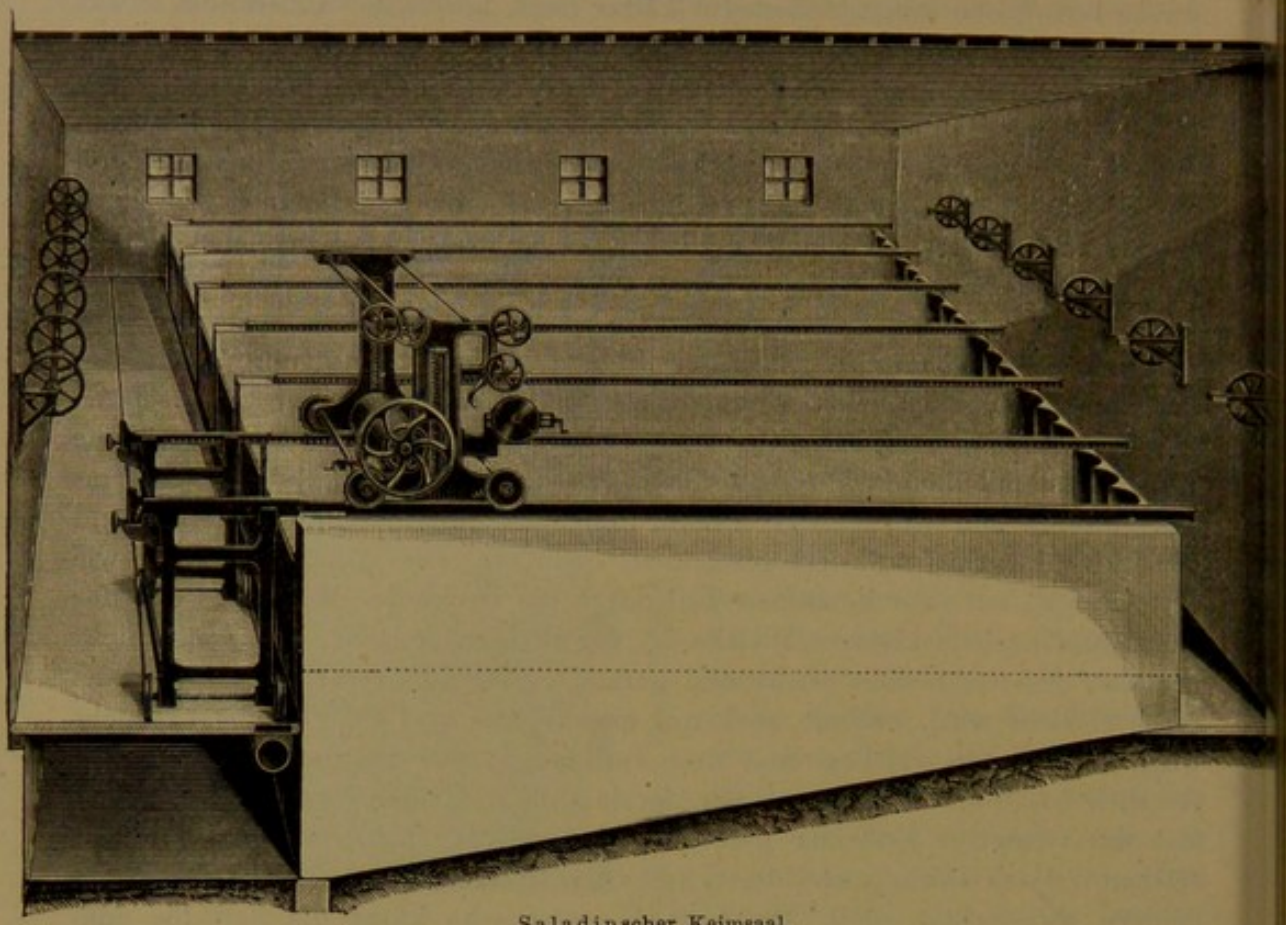


Fig. 33. Pneumatische Mälzerei mit Wendung durch Hand (Bohm).

Der Betrieb der Lüftung kann auch so erfolgen, daß die feuchte kalte Luft nicht von unten eingedrückt, sondern durch Absaugen der Luft aus dem Raume über dem Malz die frische feuchte Luft durch das Malz nachgesaugt wird. Der Verfasser hat auch Betriebe gesehen, wo die Frischluft von oben durch das Keimgut hindurch gesaugt wurde, wobei das Malz sich stark zusammenzog, was ja unbedingt fehlerhaft ist. Das Durchblasen von unten bewirkt Lockerung gleichzeitig mit der Abkühlung und Lüftung, was nur erwünscht sein kann. Nicht übersehen darf werden, daß die Lüftung nicht bloß das wachsende Getreide abkühlt und mit frischer Luft in Berührung bringt unter Verjagung der ausgeatmeten Kohlensäure, sondern daß sie auch trotz ihrer Anfeuchtung Wassermengen mit fortnimmt, weshalb bei allen pneumatischen Anlagen darauf zu achten ist, daß das Keimgut, so oft es dessen bedarf, noch besondere Wassergaben eingestäubt erhält. Sehr große Sorgfalt erfordert auch das Wenden des Keimgutes. Wie oben erwähnt, wird täglich eine Abteilung in die nächste, leergewordene umgeschaufelt. Nun liegt das Keimgut aber bei dieser Art der Mälzerei oft bis 0,5 bzw. 0,6 m hoch. Das Umschaufeln in das nächste Fach muß so geschehen, daß es gleichzeitig ein „Wenden“ des Keimgutes darstellt, daß also die oberen, mittleren und unteren Partien des einen Faches beim Überwerfen ins andere entsprechend auch den Platz wechseln. Denn auch bei dieser Art der Mälzerei ist nicht zu vermeiden, daß die oberen Teile etwas

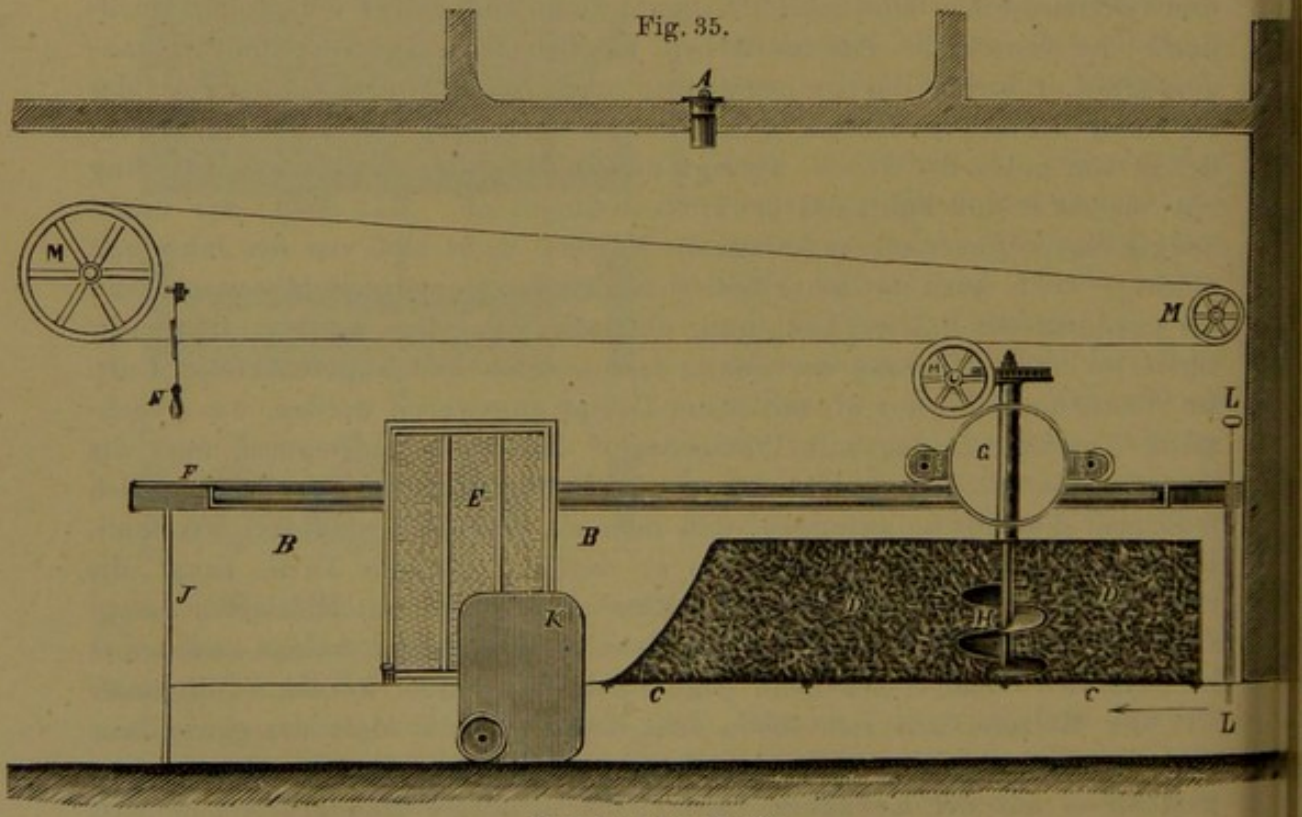
abtrocknen; nein, es kommt noch hinzu, daß das auf dem durchlochten Boden direkt befindliche unterste Keimgut kälter liegt, also unter Umständen etwas zurückbleibt. Beim Wenden muß deshalb darnach getrachtet werden, daß die oberen und unteren Schichten des einen Faches möglichst im anderen die Mittelschicht bilden. Fig. 32 (S. 137) und nebenstehende Fig. 33 zeigen uns die prinzipielle Anordnung solch einer einfachen pneumatischen Mälzerei der Firmen Maschinenbau-Akt.-Ges. Golzern-Grimma und Bohm-Fredersdorf. Fig. 33 zeigt Querschnitt und Grundriß einer Anlage, wie sie in vielen kleinen und mittleren Betrieben sich vorfindet. Die ersten Felder sind kleiner wie die folgenden, da mit dem zunehmenden Gewächse die Masse sparriger wird und mehr Raum benötigt. Ebenso in Fig. 32, die gleichzeitig ungfähr die Gesamtanlage einer einfachen pneumatischen Mälzerei bringt. Der Längsschnitt gibt uns ein anschauliches Bild der gesamten Einrichtung. Die eigentliche Mälzerei ist mit den darüber befindlichen Lagerräumen für Gerste usw. räumlich getrennt von dem höheren Anbau, in dem sich die maschinelle Anlage und der Luftkühlturm (punktiert gezeichnet) befindet. Die Weichen reichen, wie oft erwähnt, mit dem konischen Teil durch die Decke der Mälzerei. Die der Rückwand nächste kleinere Weiche ist für Roggen gedacht, der, wenn nicht gemälzt, meist nur eingeweicht und gerade „spitzend" verarbeitet wird, was rasch erreicht wird, weshalb auch nur eine Weiche und ein Fach beansprucht wird. An Gerstenweichen sind drei vorhanden, wie aus dem Grundriß ersichtlich ist. Für die Keimung der Gerste sind 10 Felder vorgesehen; es wird also mit 10tägiger Führung gerechnet, bei welcher meist auch bei eiweißreichen Gersten Lösung und diastatische Kraft erreicht ist, wenn die Weichen modern eingerichtet sind. Die Luft-Wasserweiche kürzt die Zeit bis zum Spitzen ab und die mit dem Lüften verbundene Sauerstoffzufuhr in das Keimgut fördert die Arbeit des Keimlings und deren Begleiterscheinungen. Die drei Gerstenweichen sind reichlich gewählt, so daß selbst bei langer Quelldauer der Gerste die richtige Arbeit möglich ist. Die im Kühlturm angesaugte Luft strömt durch einen gemeinsamen Kanal je nach Öffnen eines der als runde Öffnungen sichtbaren Schieber in das betreffende Fach ein, durchdringt von unten die Gerste, verjagt die Kohlensäure, sättigt den Keimling mit Sauerstoff und kühlt das erwärmte Keimgut ab. Man sieht, wie unabhängig eine solche einfache Anlage die Mälzerei nicht bloß von der Jahreszeit macht — nein, auch der teure Kellerbau der Tennenmälzerei fällt weg; denn die pneumatische Mälzerei kann ganz oberirdisch angelegt werden. Das wichtigste ist die Beschaffung der richtig temperierten und angefeuchteten Luft. Im Winter muß dieselbe oft mit etwas Dampf angewärmt werden, was gleichzeitig Anschwängerung mit Wasserdampf bedeutet; im Sommer muß die warme Außenluft abgekühlt und mit Wasser gesättigt werden. Natürlich muß man die Luft so ansaugen, daß man sie möglichst staubfrei bekommt. Ihre Abkühlung erfolgt, indem man sie durch lange hohe Türme saugt, die mit lockerem Koks oder, einem Gradierwerk ähnlich, mit Holzlatten belegt sind, über die kaltes Wasser herunterrieselt. Bei richtiger Anlage muß selbst im heißesten Sommer genügend gekühlte Luft erhalten werden. Mit dieser Art der Mälzerei läßt sich schon sehr schönes, gutes Malz das ganze Jahr über beschaffen. Wenn man trotzdem noch Verbesserungen anstrebte, so geschah es aus der Erwägung heraus, die unsichere Handarbeit möglichst durch selbsttätige Maschinen zu ersetzen.

Fig. 34.



Saladinscher Keimsaal.

Fig. 35.



Saladinscher Wender.

Die Kastenmälzerei nach Saladin.

Den ersten Schritt hierzu tat Saladin, indem er das in den gemauerten Keimkasten befindliche Malz maschinell wendete, wenn auch die Art seiner Wendung eigentlich mehr nur eine Lockerung und Hebung der Masse war (Fig. 34 und 35). Er brachte in den Kästen der Länge nach vor- und rückwärts maschinell bewegbare und drehbare sogenannte archimedische Schrauben an, deren Arbeit natürlich kein eigentliches Wenden ist, aber durch die gleichzeitig geübte starke Lüftung doch genügen konnte. Gelang es doch durch die Saladinsche Anlage Haufen von ganz ungewöhnlicher Höhe zu führen, zu lockern und zu lüften. Und — was auch ein Fortschritt war — die mechanische Wendearbeit erübrigte das Hineintreten des Mälzers in die Haufen, was stets eine Menge zertretener, dann meist schimmelnder Körner kostete. All das fiel weg. Dafür blieb die betreffende Gerstenmenge vom ersten bis zum letzten Tage der Keimung im gleichen Kasten oder Fache; die ausgeweichte Gerste mußte also je nachdem von den Gerstenweichen weg in die einzelnen Fächer mit den Roll-Kippwagen gefahren werden, oder von den Weichen, wenn sie hoch genug liegen, wurde die Gerste in Röhren weiter in die einzelnen Fächer geleitet.

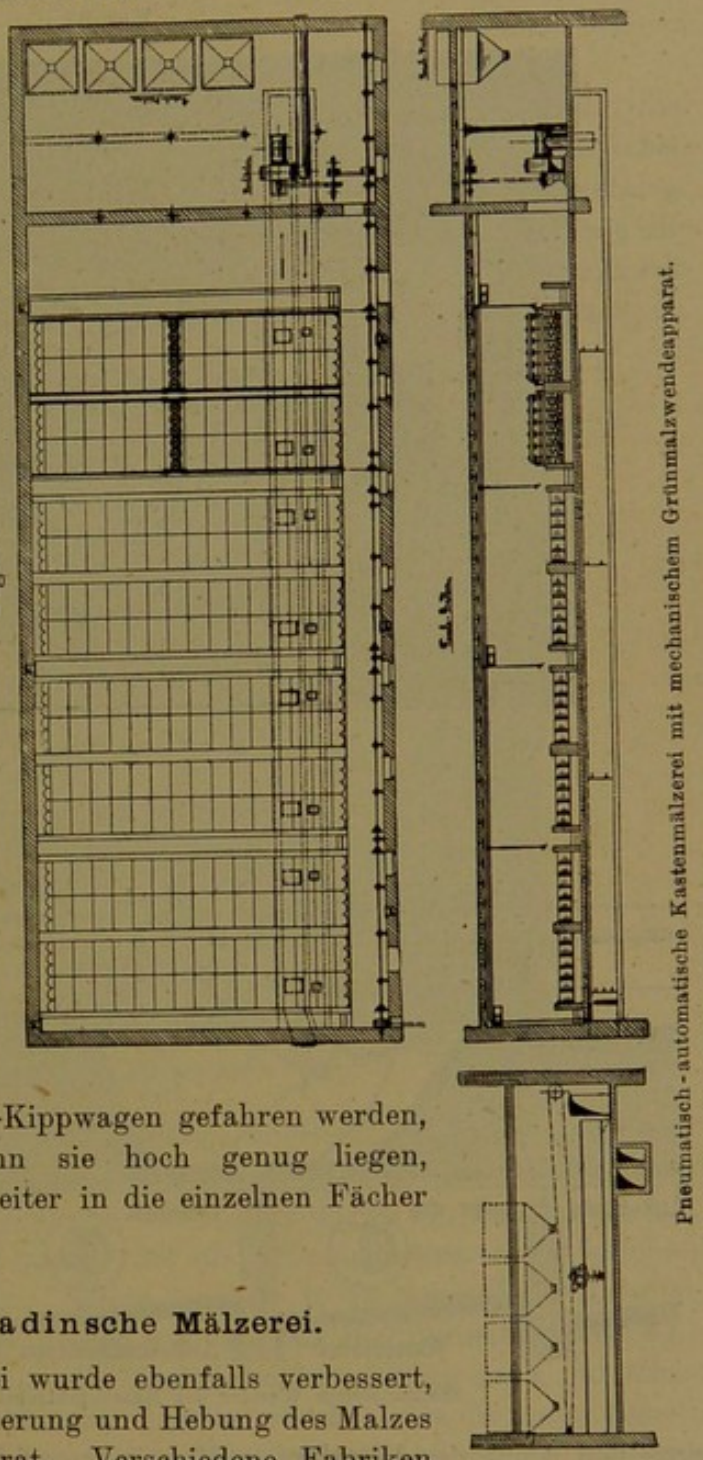


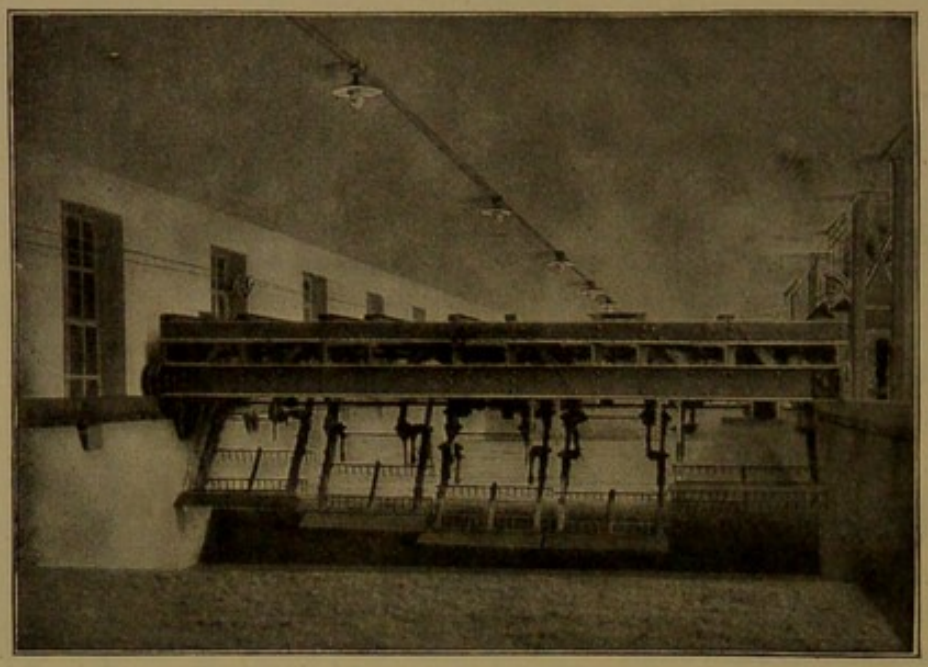
Fig. 36. Pneumatisch-automatische Kastenmälzerei mit mechanischem Grünmalzwendeapparat.

Die verbesserte Saladinsche Mälzerei.

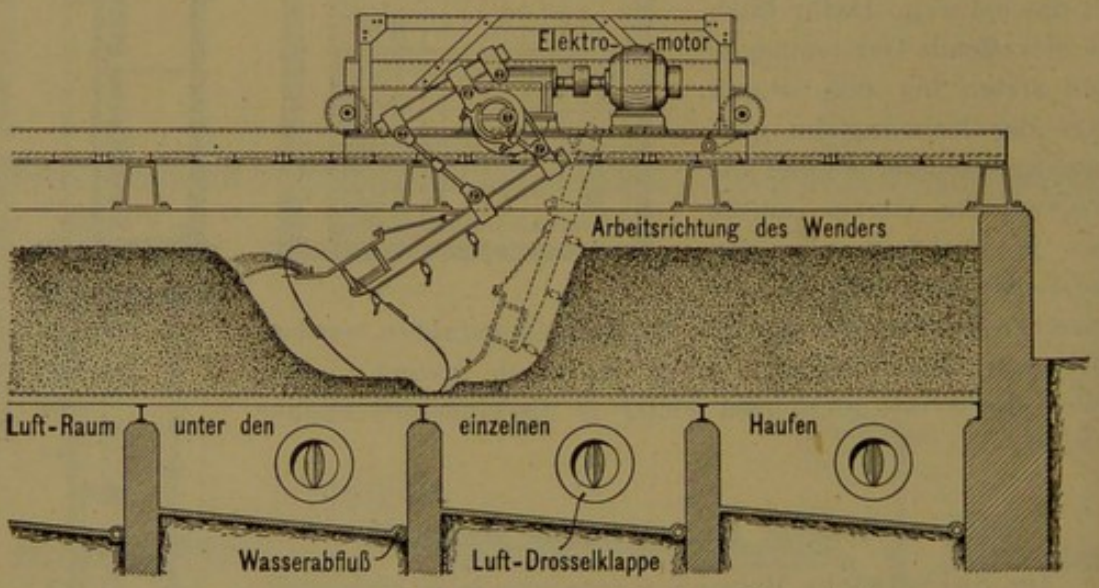
Die Saladinsche Mälzerei wurde ebenfalls verbessert, insofern, als an Stelle der Lockerung und Hebung des Malzes dessen gründliche Wendung trat. Verschiedene Fabriken haben sehr leistungsfähige Wender konstruiert, die den ganzen Kasteninhalt tatsächlich kunstgerecht umarbeiten, so daß die verschiedenen Partien des Keimgutes sehr vollständig ihre Plätze tauschen und infolgedessen eine durchaus gleiche Mälzereiarbeit möglich und die Folge ist. Nebenstehend, in Fig. 36, eine pneumatische automatische Kastenmälzerei mit mechanischem Grünmalzwendeapparat der Firma Maschinenbau-Akt.-Ges.

Golzern-Grimma. Handelt es sich um größere Betriebe, so hat jeder Kasten einen Wender, der elektrisch angetrieben wird. Bei kleineren Betrieben ist der Wendeapparat mittels eigens konstruierten Wagen von einem Kasten zum andern zu bringen. Fig. 37 zeigt die bildliche Darstellung einer Kastenmälzereianlage mit ihrem mechanischen Wender von vorne und von der Seite gesehen, wie sie die Firma J. A. Topf u. Söhne, Erfurt, liefert. Die

Fig. 37.



Vorderansicht.



Mechanischer Wender der Kastenmälzerei. — Seitenansicht.

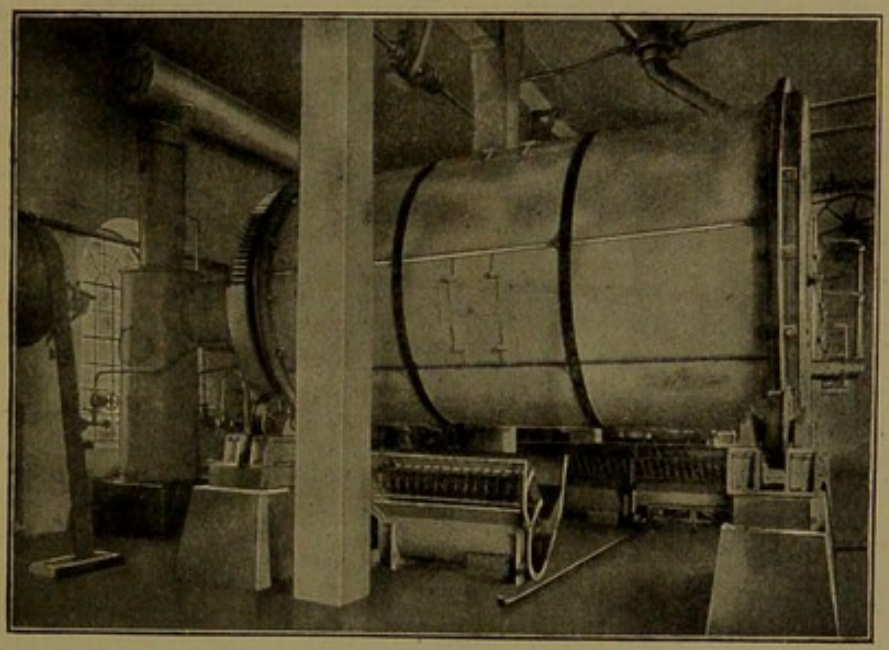
einzelnen Arme des Wenders greifen in verschiedene Teile des Haufens und wenden so auf mehrere „Stiche“, wie der Mälzer sagt. Es kann deshalb nicht vorkommen, daß einzelne Partien immer mehr oben oder unten liegen. Der Wender tut seine Pflicht nach allen Regeln der Mälzereikunst. Für Kastenmälzereibetriebe, bei denen die Haufen jeweils im gleichen Kasten oder Fach bis zur fertigen Keimung bleiben, also für die Großbetriebe, sind die Wendeapparate für Vor- und Rückwärtsarbeit eingerichtet. Für

Mälzereien mit wandelnden Feldern, bei denen die einzelnen Malzpartien täglich in das nächste Feld oder Fach kommen, für die kleineren Betriebe, arbeitet der Wender nur nach vorwärts. Seine Arbeit ist aber so praktisch und doch schonend, daß er das Keimgut lange nicht so angreift wie der Saladinsche Mechanismus und trotzdem „wendet“ und nicht bloß lockert, so daß das Lüftungsbedürfnis ein viel geringeres als bei der Saladinschen Arbeit ist.

Die pneumatische Trommelmälzerei.

Ein Gegner erwuchs der Kastenmälzerei in der Trommelmälzerei, die zuerst von Galland eingeführt wurde. Die quellreife Gerste kommt dabei in eiserne Trommeln, die mechanisch gedreht werden können. Diese Drehung der Trommel mit dem darin befindlichen Keimgut vertritt ausgezeichnet die Stelle des „Wenders“. Die bei der Drehung hochgenommene Gerste fällt bei weiterer Hebung nach unten, so daß schließlich die ganze keimende Masse in

Fig. 38.



In der Mälzerei montierte Einzelhaufen-Trommel.

Bewegung war. Durch die längs der Peripherie angebrachten Rohre kann entsprechend temperierte Luft zugeführt, d. h. durch die wälzende Gerstenmasse hindurchgeblasen werden; die schlechte Luft zieht durch ein Zentralrohr ab.

So großartig die Erfolge waren, die die Trommelmälzerei ermöglichte, so langsam brach sie sich Bahn. Sofort leuchtet ja die wesentliche Arbeits- und Platzersparnis ein. $^1/_5$ des Platzes genügt, den die Tennenmälzerei einnimmt; der Kellerbau ist unnötig; die Trommelmälzerei kann ganz gut oberirdisch wie jede pneumatische Mälzerei angelegt werden. Da die ganze Arbeit vom Eintritt der quellreifen Gerste bis zur Entleerung der Trommel mit dem fertigen Malz mechanisch betätigt wird, so leistet ein umsichtiger Arbeiter bei der Trommelmälzerei die Arbeit von 8 bis 10 Mälzern im Tennenbetriebe.

So groß die Vorteile, so sehr war die Anlage ursprünglich nur für den Großbetrieb zugeschnitten. Auch kostete es reichlich Lehrgeld, bis mit der Trommel das gleiche Malz wie auf der Tenne erzeugt wurde. Für Großbetriebe gab es sicher keinerlei Bedenken: die einmalige große Kapitals-

anlage rentierte sich sehr gut angesichts der mit diesem System verbundenen Ersparnisse. Auch die Kunst des Trommelmälzens war bald gelernt. Der Verfasser machte so eine Umwandlung mit, so jedoch, daß die Tennenmälzerei lange noch neben der Trommelmälzerei für sich betrieben wurde. Anfänglich sprach das Resultat zugunsten der Tennen; man mußte manches Neue dazu lernen, dann konnte man auch die großen Vorteile schätzen, die die Trommel-

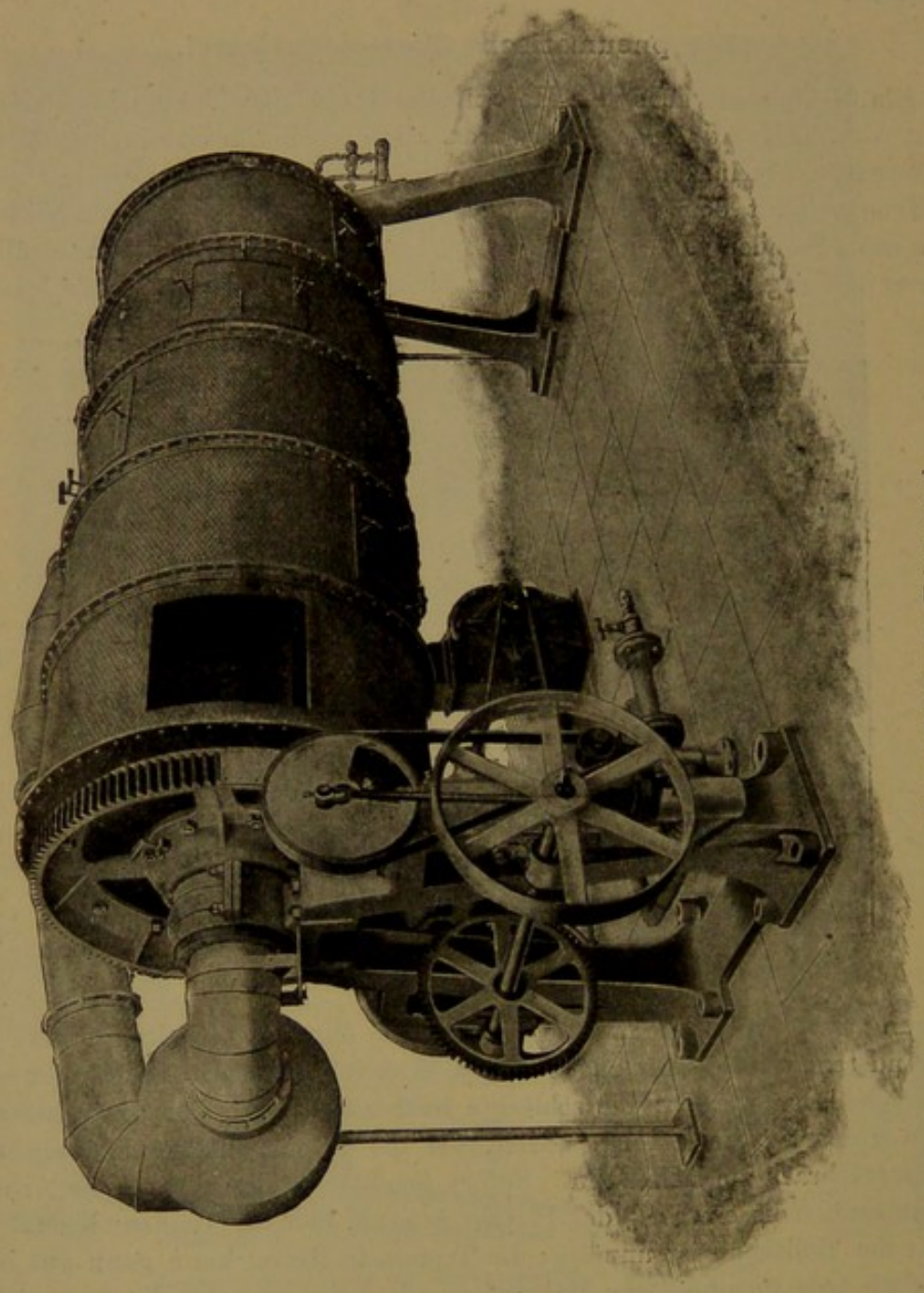


Fig. 39.

Patent-Mehrhaufen-Keimtrommel.

arbeit mit sich bringt: keine beschädigten Körner, gleichmäßiges Wachstum und gleicher Wassergehalt, keine Verfilzung oder Klumpen; die leicht zu bewerkstelligende Drehung der Trommel, wenn nötig ohne Lüftung, läßt die Körner einzeln wachsen. Die Temperatur kann nach Belieben gehalten werden.

Aber soviel dem Verfasser bekannt, waren Trommeln für 5000 kg Gerste ursprünglich die Größe, in der sie erbaut wurden. Die Frage, sie kleiner zu bauen, lag wohl im Bereiche der Möglichkeit der Konstruktion, aber nicht der

des wirtschaftlichen Betriebes. Diese kleinen Trommeln wären im Verhältnis (etwa für 2500 kg) zu teuer geworden. Man konnte ja auch große Trommeln wählen und den Inhalt für zwei bis drei Tage verwenden. Wollte man dann 10tägiges Malz verwenden, so war der Rest der Trommel eben schon 12 Tage alt, bis er herausgenommen wurde, also für Preßhefenzwecke unnötig ausgewachsen und substanzärmer und — das war der Schwerpunkt — die nur noch zu $^2/_3$ bis $^1/_3$ belastete Trommel arbeitete schlecht beim Drehen; dies erfolgte unruhig, die Trommel bekam Neigung zum Kippen und die geringe Malzmenge wurde nicht mehr richtig gewendet. Es war also zweckmäßigerweise die Trommel eigentlich an einem Tage zu entleeren und nur für entsprechend große Betriebe zu gebrauchen, die vielleicht auch Darrmalz verarbeiten oder sonst gebrauchen und so den täglichen Grünmalzüberschuß abdarren konnten. Von einer durchgreifenden Verdrängung der anderen Systeme war also im mittleren und kleineren Betriebe nichts zu erhoffen, bis die Firma J. A. Topf u. Söhne, Erfurt, außer der Einzelhaufen-Trommel ihre Mehrhaufen-Keimtrommel in den Handel brachte, der es beschieden sein sollte, auch in den kleinsten Betrieben als wertvoller Ersatz der Tennenarbeit Eingang zu finden. Fig. 38 (a. S. 143) zeigt eine Einzelhaufen-Trommel, deren Einrichtung an der folgenden Beschreibung der Mehrhaufen-Keimtrommel leicht verständlich ist. Diese Mehrhaufen-Keimtrommel (Fig. 39) besteht aus einem inneren und äußeren Zylinder aus starken verzinkten Flußstahlblechen und ist durch senkrechte zur Längsachse stehende Zwischenwände in mehrere Abteilungen zerlegt. Die beiden Zylinder sind gelocht (perforiert), damit die während des Keimprozesses sich entwickelnde Kohlensäure entweichen kann. In dem inneren Zylinder, dem Zentralrohr, befinden sich für jede Trommelabteilung besondere Zuleitungsrohre für Wasser und Luft, so daß jede Abteilung unabhängig von der anderen belüftet und befeuchtet werden kann, d. h. es lassen sich so viele Malzhaufen in der Trommel führen, als Abteilungen vorhanden sind, deren Zahl je nach der gewünschten Keimdauer 2 bis 6 beträgt. Die erforderliche Ventilationsluft wird in der wärmeren Jahreszeit durch Wasser gekühlt und damit zugleich mit Feuchtigkeit gesättigt. Deshalb sind in der Rohrleitung

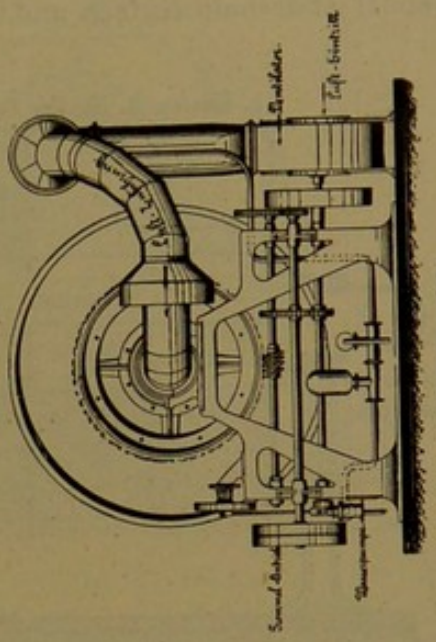


Fig. 41. Seitenansicht einer 6teiligen Trommel.

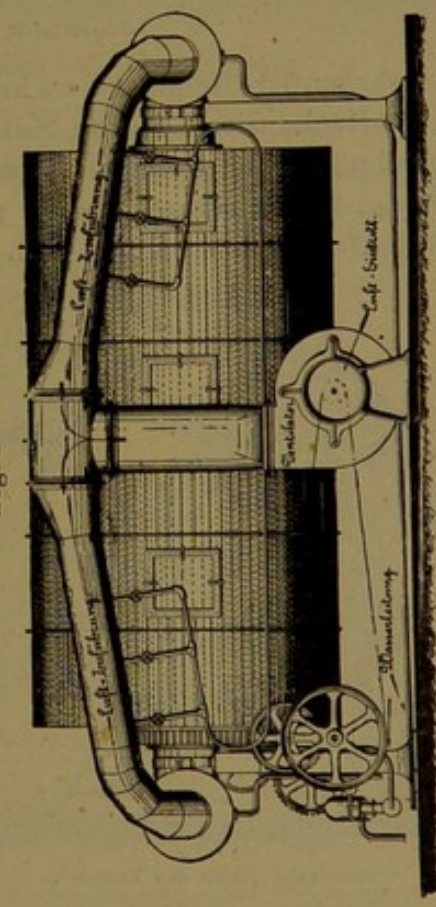
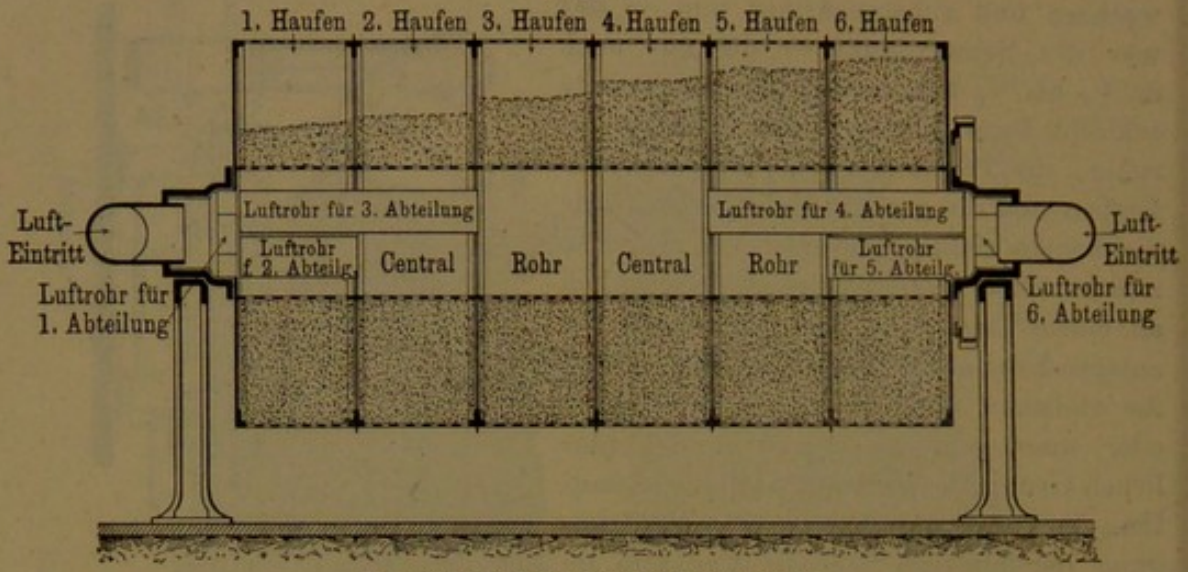


Fig. 40. Rückansicht

zwischen Ventilator und Zentralrohr Wassersprühdüsen angebracht, die, durch eine Druckpumpe gespeist, das Wasser nebelförmig zerteilen. Trommel, Ventilator, Wasserpumpe sind auf kräftigen gußeisernen Lagerböcken montiert und haben gemeinsamen Antrieb; die Aufstellung einer derartigen Mehrhaufen-Keimtrommel ist deshalb einfach und bequem. Wir finden verschiedene Abbildungen

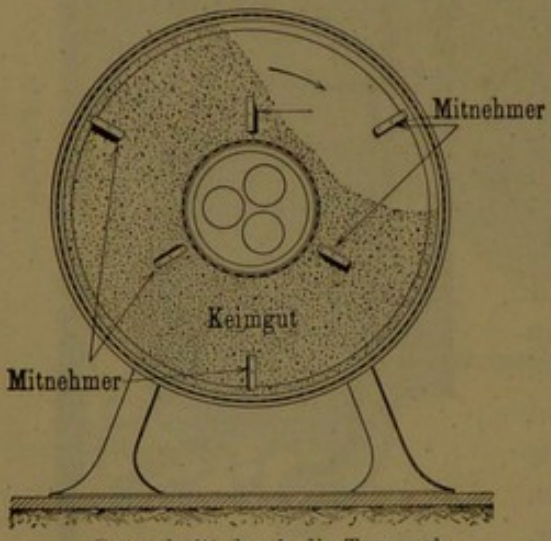
Fig. 42.



Längsschnitt durch eine 6teilige Trommel.

der Mehrhaufen-Keimtrommel in den Fig. 39 bis 47. Fig. 39 Gesamtansicht, Fig. 40 Rückansicht, Fig. 41 Seitenansicht, Fig. 42 Längsschnitt und Fig. 43 Querschnitt einer 6teiligen Trommel, Fig. 44 Trommel während der Rotation und Fig. 45 Entleerung, Fig. 46 perspektivische Ansicht einer aufgeschnittenen Mehrhaufen-Keimtrommel, Fig. 47 Längsschnitt einer solchen mit Kühlturm.

Fig. 43.



Querschnitt durch die Trommel.

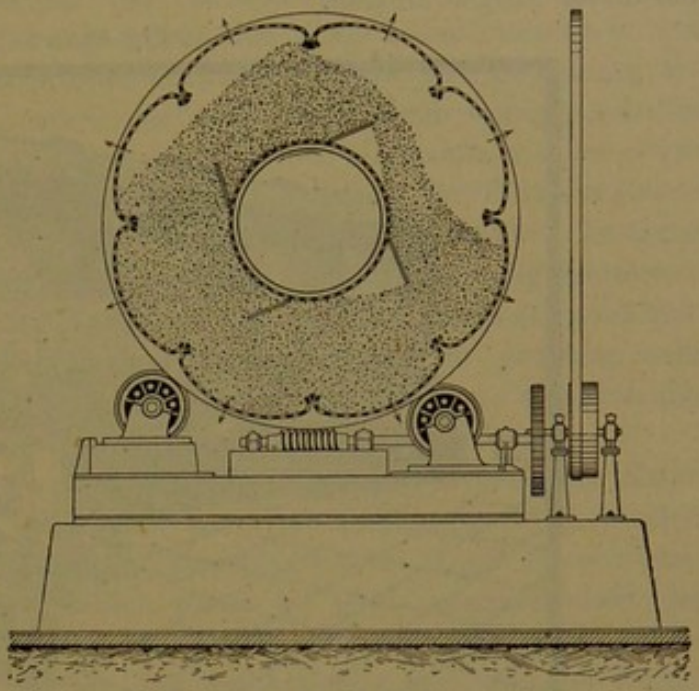
Die Arbeitsweise mit der Trommel gestaltet sich etwa so: Werden täglich z. B. 100 kg Gerste als Grünmalz benötigt, so sind bei 10tägiger Keimdauer fünf Kammern für 200 kg Gerstenschüttung erforderlich. Zunächst füllt man eine Abteilung mit geweichter Gerste, nach 2 Tagen die nächste, so daß nach 8 Tagen alle fünf Kammern gefüllt sind. Am 10. Tage kann aus der ersten Abteilung die Hälfte Gerste als Grünmalz entnommen werden, am 2. Tage der Rest, der also etwas längere Keimdauer hat. Die geleerte Abteilung wird sofort gereinigt und wieder gefüllt. Wünscht man 15tägige Keimdauer, so wählt man eine Trommel mit fünf Abteilungen zu 300 kg Schüttung Gerste, so daß jede Kammer das Grünmalz für 3 Tage faßt.

Wünscht man 12- bis 18tägiges Malz zu haben, so stellt man eine 6teilige Trommel auf, deren Kammern das Grünmalz je für 2 oder 3 Tage liefern.

Diese Trommelkonstruktion ermöglicht also die Benutzung der Trommelmälzerei auch für sehr kleine Betriebe und macht diese ganz unabhängig

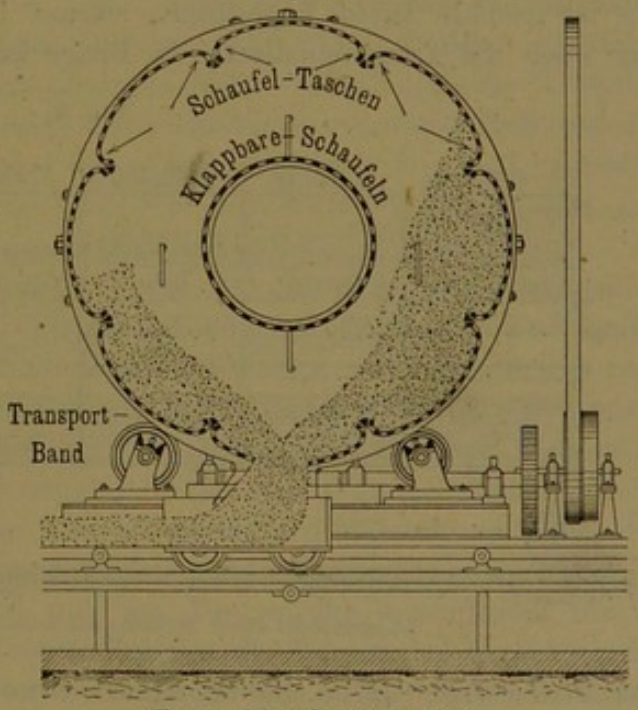
von der Jahreszeit und der Verwendung des teuren und weniger wirksamen Darrmalzes. Ein großer Vorteil der Trommel liegt auch darin, daß man die in sie eingelassene geweichte Gerste durch Rotation der Trommel gleichmäßig verteilen und durch Drauflaufenlassen von frischem, reinem Wasser nochmals bis zur Reinheit des ablaufenden Wassers waschen kann. Man drückt dann unangefeuchtete Luft durch die nasse Gerste, alles bei rollender Trommel, bis die Gerstenkornoberfläche, rasch abgetrocknet und von Schmutz und Schleim frei, leicht den Sauerstoff aufzunehmen vermag. In kurzer Zeit spitzt die Gerste und keimt energisch. Während der Keimung läßt man die Gerste möglichst in Ruhe und läßt die Trommel nur rollen, bzw. die Gerste nur wenden, wenn die Temperatur im Keimgut Abkühlung erfordert. Dieses Wenden des Keimgutes (s. Fig. 44) vollzieht sich bei der Rotation der Trommel in geradezu idealer Weise und dauert jedesmal etwa 45 Minuten, wenn je nach Außentemperatur und Entwickelungsstand des Keimgutes Kühlung nötig wird. Der Kraftverbrauch ist gering, ebenso der Bedarf an Wasser. Im Innern der Trommel sind sogenannte Mitnehmer (Widerstände) angebracht (s. Fig. 44), über die das Keimgut bei der Drehung der Trommel langsam herabrieselt. Wenn nun auch jedesmal, wenn eine Kammer gelüftet und befeuchtet wird, der Inhalt der übrigen Abteile mit gewendet wird, ohne aber gelüftet zu werden, so schadet das nicht zum mindesten, sondern bewirkt, daß das Grünmalz stets locker liegt und Klumpen- und Schimmelbildung ausgeschlossen ist. Die Trommelmälzerei liefert unstreitig bei geringstem Aufwand an Bedienung und Kraft ein tadelloses, schimmelfreies, gleichmäßiges und klumpenfreies Grünmalz, wie es vom besten Mälzer auf der Tenne natürlich nicht erhalten werden kann. Als ebenbürtig

Fig. 44.



Trommel während der Rotation.

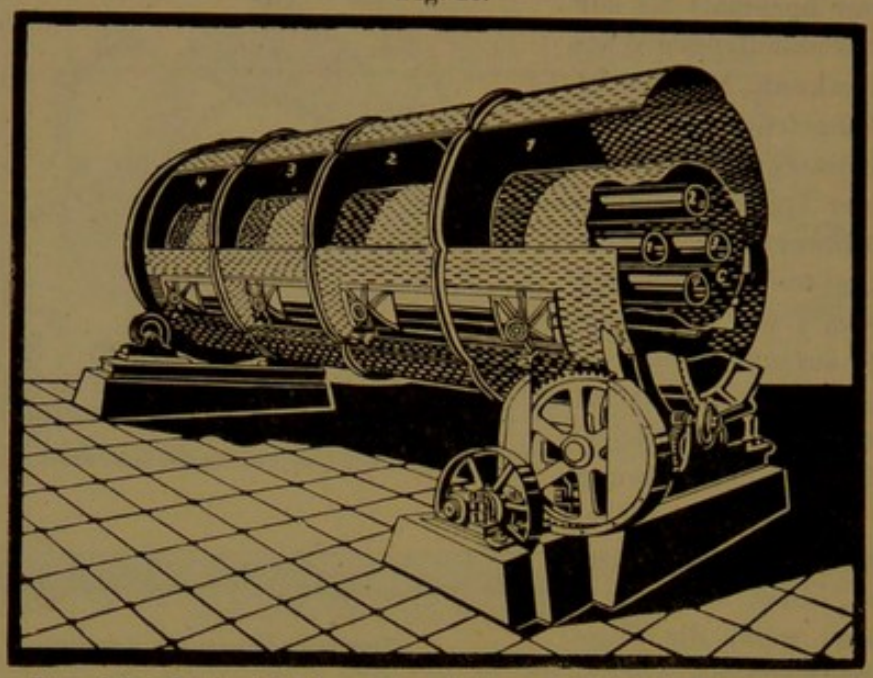
Fig. 45.



Trommel bei der Entleerung.

kann nur die mechanische Kastenmälzerei in Frage kommen; die dabei in Gebrauch befindlichen noch so sinnreich konstruierten Wender arbeiten aber lange nicht so schonend und doch so durchgreifend, wie die rotierende Trommel. Irgend welche Beschädigung des Kornes und des Gewächses ist bei dieser ausgeschlossen.

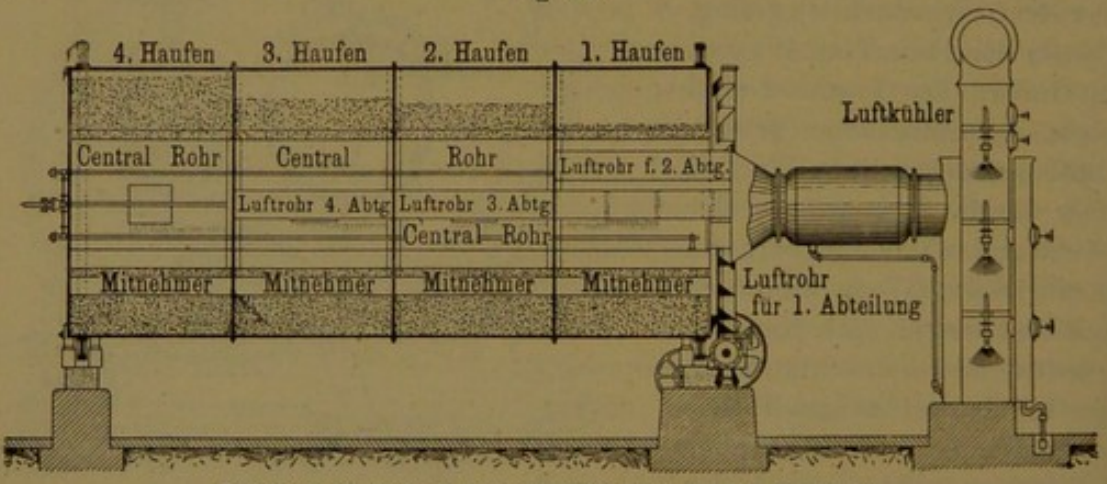
Fig. 46.



Perspektivische Ansicht einer aufgeschnittenen Mehrhaufen-Keimtrommel.

Außerdem kann die beste Kastenmälzerei Ungleichmäßigkeiten im Haufen bezüglich Temperatur und Feuchtigkeit und Verfilzung nicht vermeiden. Es ist deshalb leicht begreiflich, warum bei Neueinrichtungen tatsächlich nur noch die Trommelmälzerei in Frage kommt, zumal die Konstruktionen

Fig. 47.



Längsschnitt einer Mehrhaufen-Keimtrommel mit Kühlturm.

der Firma J. A. Topf u. Söhne, Erfurt, sowohl dem kleinsten wie größten Betriebe Rechnung tragen. Letztere haben dann natürlich nur Trommeln ohne Abteilungen, groß genug, um den Höchstbedarf eines Tages zu liefern. Daß die Trommelmälzerei sich, obwohl schon lange bekannt, so langsam einbürgerte, lag größtenteils an der Konstruktion der Trommeln mit geschlossenem äußeren Mantel. Das Keimgut stand also eigentlich mit der Außenluft so

gut wie gar nicht in Verbindung; jede Lufterneuerung oder -zuführung erforderte mechanische Arbeit. Der Mälzungsschwund wurde dadurch groß, die Betriebsführung erforderte viel Kraft und das Grünmalz hatte besonders im Wurzelkeime anderes Aussehen; dieser war schwach und gerade, statt stark und gekräuselt. Die Perforierung des Außenmantels änderte mit einem Schlage die Sache. Die Ventilierung wurde durch die Hunderttausende von Öffnungen des Außenmantels teilweise selbsttätig besorgt, die Erwärmung des Keimgutes war nicht mehr so stark, so daß auch deshalb weniger gelüftet werden mußte. Bei der Topfschen Trommel liegt das Malz auch in einer etwas kohlensäuregeschwängerten Atmosphäre, wie beim Urbild der Tennenmälzerei vor oder nach der „Wendung". Die bei der alten geschlossenen Trommel fast ständig notwendige Lüftung ist verschiedentlich als ungünstig angesehen worden, da zumal in den letzten Tagen es sich als vorteilhaft erwiesen hat, das Wachstum und den Aufschließungsprozeß unter einem gewissen sehr geringen Kohlensäuregehalt der Luft sich vollziehen zu lassen, wodurch der Substanzverlust außerdem noch sehr beschränkt wird.

Die in den alten Trommeln so oft erforderliche Ventilierung des Keimgutes hat aber zur Folge, daß dem Malze viel Wasser entzogen wird, welches wieder durch starke Durchtränkung der eingeblasenen Luft mit Wasser ausgeglichen werden muß. Unvermeidlich dabei ist eine Verschiedenheit des Wassergehaltes der keimenden Gerste und damit auch des Wachstums.

Der perforierte Mantel der neuen Trommel bedeutet aber ständige Zirkulation der Trommelluft, bei der zu dem Keimgut ständig frische Luft tritt und die Kohlensäure zum großen Teil abfließt. Dadurch wieder wird eine allzu starke Erwärmung hintangehalten und die künstliche Abkühlung seltener erforderlich, wodurch dann wieder dem Keimgut nur sehr wenig Feuchtigkeit entzogen wird. So z. B. wurde bei einer 7tägigen Keimdauer die Trommel mit 10000 kg Inhalt in den 168 Stunden nur $25^1/_2$ Stunden gelüftet; 133 Stunden blieb das Malz somit ganz in Ruhe. Die Topfsche Trommel ergibt also die Möglichkeit des Mälzens unter ähnlichen günstigen Bedingungen wie auf der Tenne ohne die Mängel dieser Arbeitsweise. Diese Trommel erlaubt die Handhabung aller Regeln der Mälzereikunst bei geringstem Aufwand an Arbeit und Raum.

Die Luftkühler zum Anfeuchten bzw. Abkühlen der Ventilationsluft kommen meist nur als solche in Betracht und zwar, wenn die Außenluft mehr als 17,5° aufweist; sonst werden sie wenig gebraucht, weil die geringe notwendige Lüftung dem Keimgut wenig Feuchtigkeit entzieht. Besonders erwähnenswert ist auch die Geringfügigkeit der Schwankung der Temperatur und der Feuchtigkeit der verschiedensten Stellen des Trommelinhalts; sie ist praktisch gleich Null. Man kann also bei geringsten Mälzungsverlusten das Malz kühl und langsam, ganz nach Bedarf und Absicht führen. Die oben erwähnten Mitnehmer am Mantel und am Zentralrohr ermöglichen die so hervorragende Umlagerung des Trommelinhalts, die infolge der Neuerung der Umklappbarkeit der Mitnehmer am Zentralrohr von außen durch Verstellen oder Umlegen derselben mehr oder weniger abgeschwächt werden kann.

Eine sehr lobenswerte Einrichtung ist auch, daß jede Keimtrommel ihren eigenen Luftkühlturm hat, also auch unabhängig von den anderen ist und deshalb ganz nach Bedarf behandelt werden kann. Die größte Einzeltrommel faßt 15000 kg Gerste; falls dies den Tagesverbrauch darstellt, sind bei

10tägiger Führung 10 bis 11 Trommeln nötig. Die kleinste Einzeltrommel faßt 5000 kg, unter welche Größe man aus wirtschaftlichen Gründen nicht herunter geht. Dafür tritt dann die oben geschilderte Mehrhaufen-Keimtrommel ein, die in so kleiner und doch praktischer, rentabler Ausführung zu haben ist, daß sich Betriebe mit täglich nur 100 bis 200 kg Gerstenverbrauch ihrer bedienen können. Ganz nach Bedarf enthalten diese Trommeln 2 bis 6 Kammern, die unabhängig voneinander befüllt, entleert und gelüftet werden können.

Die Tatsache, daß die Lüftung einer Kammer auch Wendung der übrigen bedeutet, hat sich als Vorteil erwiesen, weil diese dabei in der Temperatur beim Umwälzen ausgeglichen werden. Die Mehrhaufen-Keimtrommel wird der Trommelmälzerei noch mehr die Wege ebnen, als die prinzipiell anerkannten Erfolge der Einzeltrommel, die nur dem Großbetrieb frommt, es schon verdienten und taten. Die Trommelmälzerei ist das Ideal, weil sie durchaus allen Gesetzen und Forderungen der Mälzereikunst gerecht wird und allen gerecht werden kann. Und durch die Mehrhaufen-Keimtrommel kann und wird sie auch die kleinen und kleinsten Betriebe beglücken und unabhängig machen von unzuverlässigen Arbeitskräften und der Jahreszeit.

δδ) Malz aus anderen Getreidearten und Rohfrüchten. In Betracht kommen hierbei Hafer, Roggen, Weizen und Mais. Obwohl die Ansichten über die diastatische Wirksamkeit des Malzes aus anderer Rohfrucht als Gerste noch nicht geklärt sind, kann man wohl eines behaupten: daß die Überlegenheit des Gerstenmalzes wohl allgemein anerkannt ist und Malz aus anderer Rohfrucht nur ausnahmsweise zur Verwendung gelangt.

Das Hafermalz.

Das Malz aus Hafer steht in einem besseren Ruf als es nach den wissenschaftlichen Bestimmungen seiner diastatischen Kraft beanspruchen könnte. Man konnte nur $^1/_3$ der verzuckernden Kraft des Gerstenmalzes feststellen. Merkwürdigerweise stehen nun viele Beobachtungen der Praxis den Folgerungen entgegen, die man aus obigen Befunden ziehen könnte. Ganz besonders in der Dickmaischbrennerei sind bei der Verwendung von Hafermalz sehr gute Erfolge erzielt worden; allgemein schreibt man ihm die Eigenschaft zu, die Maischen dünnflüssiger, leichter vergärbar zu machen und in der reinen Brennerei die so unangenehme Schaumgärung zu beseitigen. Auch in der Hefenfabrikation hat man teilweise sehr gute Erfolge erzielt bei Verarbeitung von Hafermalz, aber was den Befund der Prüfung auf diastatische Kraft anlangt, nur in Verbindung mit Gerstenmalz. Durchschnittlich ersetzt man $^1/_4$ bis $^1/_3$ der Gerste durch Hafer, wo seine Verwendung in Betracht gezogen wird. Die günstige Wirkung des Hafermalzes liegt allem Anschein nach auf anderem Gebiete wie bei dem Gerstenmalz. Welche besonderen Bestandteile es sind, steht noch nicht fest. Teilweise wollte man für die Beseitigung der Schaumgärung den hohen Fettgehalt des Hafers ins Feld führen und für seine günstige Verarbeitungsmöglichkeit in der Hefenfabrikation seinen Gehalt an löslichen Phosphorsäureverbindungen. Wurden doch auch im Haferfett größere Mengen Lecithin festgestellt. Möglich auch, daß der hohe Eiweißgehalt des Hafers zudem noch leicht abbaubar ist und deshalb durch die Mälzung für die Hefe leicht zugänglich wird. Wie schon

bemerkt, ist die günstige Verarbeitung von Hafermalz eine mehr praktisch als theoretisch begründete Tatsache. Konnte man doch in reinen Brennereien mit reinem Hafermalz eine gute Vergärung erzielen, sehr häufig sogar bei Verarbeitung mangelhafter Kartoffeln, wo das beste Gerstenmalz hintan blieb. Der Hafer enthält demnach infolge der Mälzung ein Enzym, das weniger stark die Stärke verzuckert als verflüssigt, so daß die verflüssigte Stärke eben leicht weiter hydrolysierbar ist. So würde sich ja ein Teil seiner beobachteten günstigen Eigenschaften erklären.

Ein großer Teil dürfte jedenfalls auf den Gehalt des Hafers an besonders für die Hefe leicht assimilierbaren Körpern zurückzuführen sein. Der Verfasser möchte auf alle Fälle, wenn Hafer wegen seines Preises überhaupt in Frage kommt, raten, nur Zusätze von Hafer als Malz zum Gerstenmalz zu machen und nicht über $^1/_3$ Hafer hinauszugehen. Was nun seine Vermälzung anlangt, so geschieht diese genau nach den bei Gerstenmalz gebrachten Grundsätzen. Zu beachten ist die Tatsache, daß Hafer schneller geweicht werden kann und quellreif wird, weshalb entweder der Hafer für sich allein seine Weiche erhält oder, wo nur ein Quellbottich für Gerste und Hafer zur Verfügung steht, der Gerste in der Weiche erst später zugegeben wird und zwar so, daß dann beide gleichzeitig miteinander die richtige Weiche erreichen. Da und dort wird Hafer und Gerste gemeinsam gesät und geerntet; in diesem Falle müßte bei der Vermälzung des Gemenges die Weiche dann als beendet angesehen werden müssen, wenn die Anteile an Hafer quellreif sind; für die Gerstenanteile kommt dann Nachweiche auf der Tenne in Betracht. Man gibt auch Hafer deshalb gerne zu, weil er infolge seines sparrigen Spelzes die Haufen sehr locker macht. Die Keimungsführung ist genau wie bei Gerste zu handhaben; die gewünschte Lösung hat aber das Hafermalz in etwas kürzerer Zeit als die Gerste; meist ist der Hafer schon in 8 Tagen so weit wie Gerstenmalz in 10 bis 11 Tagen, ohne aber ein so gleichmäßiges, kräftiges Gewächs aufzuweisen wie dieses. Im übrigen dürfte Hafermalz nur da in Betracht kommen, wo die Rohfrucht sich mindestens so billig wie die Brenngerste stellt, was für Deutschland doch eigentlich nur da zutrifft, wo er im Eigenbau zu haben ist oder etwa mit Gerste gemeinsam gewonnen wird. Für die Hefenfabrikation wird Hafer als Rohstoff deshalb kaum in Betracht kommen, weil seine besonderen Vorzüge für diese nicht von Bedeutung sind.

Das Roggen- und Weizenmalz.

Von diesen beiden kommt eigentlich für die Hefenfabrikation in Deutschland keines in Betracht. Denn ganz abgesehen davon, daß Weizen schon seines Preises wegen als Malzmaterial ausscheidet, ist wohl aus ihm ein diastatisch starkes Malz, aber nicht leicht zu gewinnen. Denn die dünne Schale, die seinen Keimling mit dem Mehlkörper birgt, bringt es mit sich, daß die Körner sehr dicht liegen und der Luft den Zutritt erschweren. Die Haufen erwärmen sich stärker. Das gleiche gilt vom Roggen. Seine dünne Schale ist die Ursache der kurzen Zeit, die er ebenso wie Weizen für die Quellreife braucht. Meist genügen 24 Stunden hierzu. Da aber die dünne Schale eine Waschung nicht zuläßt, wie sie für die spelzenstarke Gerste und den Hafer so schön durchführbar ist, da die sich aneinander reibenden Körner ihre Schale verletzen würden, wodurch dem Eindringen von Mikroorganismen ins Korninnere Tür

und Tor geöffnet würde, so müßte mit antiseptischen Mitteln in der Weiche nachgeholfen werden (Kalkwasser).

Wie gesagt, kann die Verarbeitung von Korn und speziell Weizen zu Malz nur in Frage kommen, wo beide billig zu haben sind, was aber für Deutschland so ziemlich ausgeschlossen ist. Das gewonnene Grünmalz ist ja dem aus Gerste so ziemlich ebenbürtig, was dem hohen Gehalt an Eiweiß nach sich voraussehen läßt. Und wo eines von beiden vermälzt werden soll, ist immer ein Zusatz von Gerste zu machen, um das Keimgut lockerer, luftdurchgänglicher zu machen.

Bei der Weiche heißt es dann Obacht geben, da Roggen und Weizen mit 24 Stunden meist die Grenze normaler Weiche erreicht haben, was bei Gerste unter gewöhnlicher Weicharbeit nicht der Fall ist. Am besten gibt man dann Roggen oder Weizen später zu, wenn der Rest der Weichzeit für die Gerste gerade noch für die der beiden ausreicht, oder man weicht sie getrennt. Doch kann man wohl sagen, daß in Deutschland Malz aus Roggen oder Weizen aus wirtschaftlichen Gründen kaum verwendet wird. Roggen als der billigere der beiden kommt auch nur noch als Stickstoffnahrung in Betracht und in nicht allzu großen Gaben. Man weicht ihn ein und läßt ihn meist nur gerade spitzen, so weit, daß der Inhalt des Kornes etwas Aufschließung erhält, ohne an Substanz allzuviel zu verlieren. Deshalb ist auch möglichst rationelle Weiche nötig, bei der so wenig wie möglich der Roggen ausgelaugt wird. Nachdem der Roggen zwei Stunden etwa im Wasser war, läßt man, wo die Weiche das zuläßt, Luft und von unten frisches Wasser ein, bis das ablaufende Wasser fast hell ist. Da der Roggen nur spitzend verarbeitet wird, können kleine Besiedelungen seiner Schale mit Mikroorganismen nicht sehr ins Gewicht fallen; kaum in vegetativem Zustand kommen sie in dem Maischprozeß in Temperaturen, die sie unschädlich machen. Wegen seiner dünnen Schale verträgt der Roggen keine nur etwas energischen Waschoperationen.

Das Maismalz.

So viele Versuche gemacht wurden, Mais in gemälztem Zustande zu verarbeiten, so oft wurden sie wieder aufgegeben, um anderer Verarbeitungsweise des Maises Platz zu machen. Das zu gewinnende Grünmalz steht etwa mit dem aus Hafer, was Diastasewirkung anlangt, auf gleicher Stufe, ohne dessen sonstige guten Eigenschaften zu haben. Jedenfalls kann nicht in Frage kommen, Maismalz als verzuckernde Kraft zu benutzen; wo die Vermälzung geschieht, nimmt man sie vor, um den Mehlkörper leichter aufschließbar für die Maische zu machen und vielleicht die hohen Temperaturen der erforderlichen Kochung unter Druck zu umgehen.

Die Mälzung ist aber auch, wenn gute Ware erzielt werden soll, keine so einfache. Vor allen Dingen hält es schwer, Mais von gleichmäßigem Keimungsgrad zu bekommen. Dann mälzen sich die verschiedenen Maissorten ungleich schwer; Mixed-Mais am schwersten; La Plata wohl leichter, aber sehr ungleich; am besten verarbeiten sich die europäischen Maissorten, wie wir sie aus den Donaugebieten beziehen. Wo Mais als Malz in der Hefenfabrikation benutzt wird, wird Erhöhung der Ausbeute und der Qualität der Hefe hervorgehoben; eine Beobachtung, die der Verfasser nicht bestätigen möchte und auch von verschiedener Seite nicht bejaht fand. Mag sein, daß

in Brennereien, die nur Mais verarbeiten, es zweckmäßig und vorteilhaft ist, einen Teil des Maises als Malz zu verwenden und damit eine, wenn auch langsame Verzuckerung der übrigen Maisstärke vorzunehmen und an Gerstenmalz zu sparen. In vielen Betrieben behandelt man dagegen Mais ähnlich wie Korn; man weicht ihn ein, um ihn etwas ankeimen zu lassen. Dann wird der keimende Mais gequetscht und bei allerdings niederen Drucken gargekocht; eine umständliche Verarbeitung, die nach des Verfassers Erfahrung nicht immer die erhofften Früchte trägt; manche derartige Einrichtung steht unbenutzt. Eine derartige Arbeit möchte auch noch in Frage kommen zu Zeiten, — tempi passati — da Mais so eigentlich das billigste Maischmaterial war und in hohem Prozentsatz (bis 70 Proz.) darin zur Verarbeitung gelangte. Wie gesagt, als Diastasebringer kann das Maismalz kaum in Frage kommen; wo es in Verwendung kam und kommt, will man damit die Hochdruckdämpfung mit ihren noch nicht einmal feststehenden Verlusten an zerstörter Stärke umgehen und steckt dafür die der Weiche und der mehr oder minder langen Keimung ein. Außerdem ist es nicht leicht, schimmelfreies Maismalz zu erzeugen.

Es dürfen erstens keine beschädigten Körner vorhanden sein; denn wie diese bei der Kaltmälzung der Gerste schon Schimmelträger werden, so um so mehr hier, wo die Begleitumstände der Mälzung dafür noch günstiger sind. Die Weichzeit für Mais beträgt etwa 50 Stunden und setzt dabei warmes Wasser von 20 bis 30° voraus. Daß dabei durch gründliche Waschung für möglichste Eindämmung des Wachstums der Mikroorganismen der Schale gesorgt werden muß oder antiseptische Zusätze wie Kalkwasser usw. nötig sind, ist klar. Gerade — das weiß der Verfasser aus einer Fabrik, die Mais eine Zeitlang vermälzte — die Erreichung der richtigen Weiche ist bei dieser Rohfrucht mit ihrer hornigen ölführenden Schicht unter der Schale eine schwierige Sache, die ohne warmes Wasser gar nicht in angemessener Zeit zu erreichen ist. Die Keimung selbst geht nun aber bei höheren Temperaturen als bei Gerste und ihren Kameraden vor sich. Anfänglich verlangt der Mais 20 bis 24° Wärme bei ziemlich feuchter Führung und zum Schluß, um gewünschte Aufschließung zu erhalten, Temperaturen im Keimgut bis gegen 30°. Es leuchtet also ein, daß die Weiche des Maises mit einer gründlichen Waschung verbunden sein muß, will man einigermaßen Freude am keimenden Mais haben. Kalkwasser allein genügt fast nicht; sehr häufig muß man zu stärkeren antiseptischen Mitteln (wie schon erwähnt) wie Zusätzen von saurem schwefligsauren Kalk oder Mineralsäuren z. B. Salzsäure greifen, um die am Mais befindlichen unliebsamen Gäste zu entfernen oder soweit unschädlich zu machen, daß sie während der warmen Keimung nicht zum Schluß die Hauptrolle spielen. Also: Vermeidung beschädigter Körner und gründliche Waschung in der Weiche. Ist nur Tennenmälzerei vorhanden, so macht die Mälzung große Schwierigkeiten wegen der wärmeren Führung, die an und für sich nicht leicht wegen der Erhaltung der wärmeren Temperatur noch weiterhin öfteres Wassergeben und Wenden nötig macht, da dabei mehr Wasser verdunstet und die oberen Partien rascher eintrocknen. Wo Kastenmälzerei oder noch besser Trommelmälzerei vorhanden ist, läßt sich die Sache leichter machen, da die wärmere Führung möglich ist; aber die Reinhaltung der für Mais beanspruchten Tennen, Kasten und Trommeln ist ungleich schwieriger, wie bei Mälzung anderer Rohfrucht, und mit Sorgfalt vorzunehmen. Selbst

beste Waschung kann nicht das Auftreten von Pilz- und Bakterienkulturen verhindern. Wo es sich um Gewinnung von Maismalz wirklich handelt, ist ein Blattkeim von dreifacher Kornlänge abzuwarten, dessen Spitze sich dann eben gelb zu färben beginnt. Auf alle Fälle muß also das Maismalz vor der Verarbeitung noch einmal mit antiseptischen Mitteln gewaschen werden, wenn man nicht der Maische unangenehme Mengen von unbequemen Mikroorganismen zuführen will, deren Abtötung die möglichen Höchsttemperaturen bei der Fabrikation nicht mehr erlauben.

Mag also das Ausland in Fabriken, die im Maisgebiet liegen, sich des unzuverlässigen, kaum gut und rein zu erhaltenden Maismalzes bedienen, für rationell geleitete moderne Betriebe sollte es bei uns ausgeschlossen sein. Wie oben erwähnt, sind seine Vorteile sehr umstrittener Natur, die damit gesuchten Ersparnisse ebenso; die Gefahren aber, die seine Verarbeitung und die Umstände, die seine Herstellung mit sich bringen, stehen fest und stellten die Vorteile selbst dann in Schatten, wenn sie wirklich vorhanden wären.

Dagegen ist seine Verarbeitung als spitzender Mais mit Kochung bei geringem Druck nach seiner vorhergegangenen Quetschung durchführbar, aber ohne besondere Vorteile zu bieten, wovon wir später noch sprechen werden.

Erwähnt mag hier das sogenannte Pilzmalz sein. Dieser Pilz, Eurotium oryzae (Takakoji), wird in Japan und Amerika auf Reis oder Kleie gezüchtet, abgenommen und getrocknet. Dieses „Pilzmalz“ ist in getrocknetem Zustande ebenso wirksam wie vor der Trocknung und führt Stärke wie anderes Malz in Zucker über. Außer in Japan und Amerika kennt man seine Verwendung nicht.

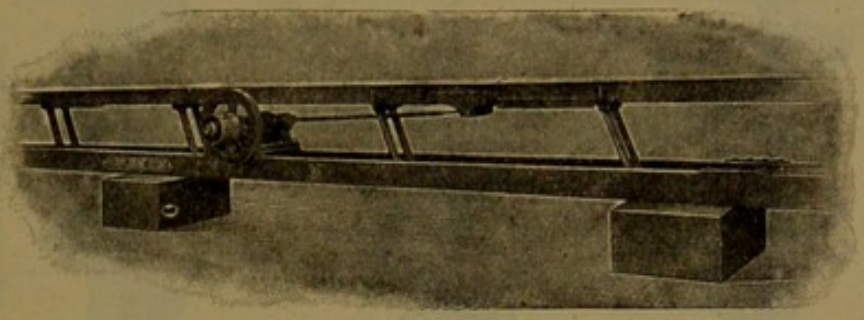
Erwähnt sei hier weiter der von Calmette 1892 aus chinesischer Hefe isolierte Mucor amylomyces, der ebenfalls Stärke verzuckert, und die Grundlage eines Spiritusbereitungsverfahrens bildet.

δ) Die Darrung. Wie oben schon erwähnt, wird in manchen Betrieben noch Darrmalz verwendet, die Dauerform, in die Grünmalz beim Trocknen in vorgewärmter Luft übergeführt werden kann, unter Bedingungen, die die Eigenschaften des Grünmalzes möglichst erhalten. Mälzereien sind auch meist, wie oben gesagt, so eingerichtet, daß sie die tägliche Höchstmenge des Grünmalzbedarfs leisten, aber für gewöhnlich nicht ganz ausgenützt werden, also etwas Überschuß an Grünmalz liefern, der dann einfach abgedarrt, in Darrmalz übergeführt wird: die einfachste Art, sich im Mälzereibetriebe die Möglichkeit zu vermeiden, bei einem unvorhergesehenem Minderbedarf an Hefe das Grünmalz unnötig alt verwenden zu müssen. Ist etwas Darrmalz aus dem Überschuß der Grünmalzleistung der Mälzerei bei normalem Betriebe vorrätig, dann kann man damit bei unerwartet größerem Bedarf an Hefe, also auch an Grünmalz, dieses „strecken“, mit Darrmalz ergänzen, ein passenderer und empfehlenswerterer Ausweg als die Verwendung zu jungen Malzes. Man braucht das Darrmalz dann nur mit Wasser etwas anzufeuchten, d. h. zu einem kleinen Haufen zusammengelegt zu besprengen, damit man es wie Grünmalz weiter verarbeiten kann.

Was nun seine Herstellung anlangt, so dienen dazu „Darren“. Und zwar wird zur Herstellung von Brennereimalz diejenige die beste sein, die bei möglichster Schonung der Diastase das Grünmalz in die Dauerform überzuführen gestattet. Bei Behandlung der „Diastase“ wurde schon erwähnt, daß diese gegen höhere Temperaturen sehr empfindlich ist, daß aber z. B. ausgefällte

Diastase höhere Wärmegrade dann ohne weitere Schädigung verträgt, wenn sie vorher bei niederer Temperatur schon verhältnismäßig weit getrocknet wurde. Man wird aber angesichts der Tatsache, daß bei bester Darrung des Grünmalzes 15 Proz. der Diastase geschädigt, wenn nicht zerstört werden, daß man also, nachdem 100 kg Gerste etwa 140 bis 150 kg Grünmalz und nur 75 bis 80 kg Darrmalz entsprechen, mit 150 kg Grünmalz die doppelte diastatische Wirkung erzielen kann, wie mit der diesen entsprechenden Darrmalzmenge, wohl wo irgend angängig Grünmalz verwenden; wo nicht aber ein Darrmalz, das bei möglichst niederer Temperatur gewonnen ist.

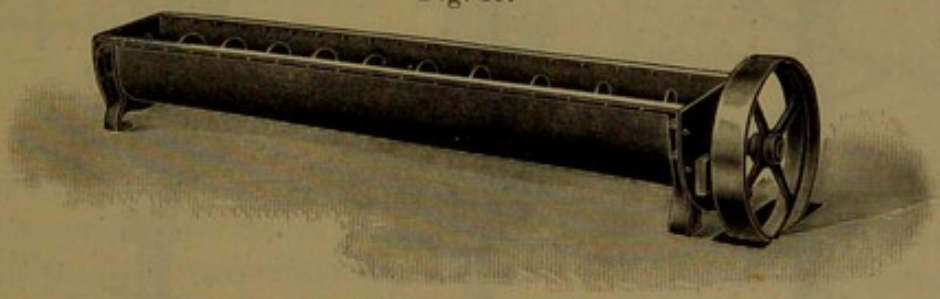
Fig. 48.



Transportrinne (Schüttelrinne).

Nach den Erfahrungen mit der Diastase muß also die Darrung so vollzogen sein, daß dem Grünmalz zuerst bei ziemlich niederer Temperatur die Hauptmasse Wasser entzogen wird, worauf erst die Wärme auf der Darre erhöht wird. Wie das Mälzen selbst wurde auch die Darrung von jeher als Kunst betrachtet; und mit Recht, hing doch von ihr der Charakter der Dauerware ab, die man dabei gewann, und in zweiter Reihe die Art der Maischen, die man damit erstellen mußte. Bald trennten sich hier die Wege, als man erkannte, welche verschiedenen Forderungen der Brauer und der Brenner an

Fig. 49.



Transportschnecke.

ihr Darrmalz stellen mußten, von denen der erstere Farbe, Geschmack, Geruch seinem Biere damit geben wollte, der letztere aber bestens verzuckern und möglichst helle Maischen gewinnen mußte, um helle schöne Hefe zu erhalten. Man lernte bald die niedere Abdarrung des für die Spiritus- und Hefenindustrie bestimmten Malzes, die sich noch etwas niederer vollziehen mußte als bei Gewinnung von Malz für Biere nach Pilsener Art.

Waren es nun anfänglich einfache Vorrichtungen, mit denen man ganz seinen Zwecken angepaßt das gewünschte Produkt verhältnismäßig gut erhalten konnte, so konnte es nicht ausbleiben, daß die einschlägigen Forschungen auch den Bau von Darren verlangten, mit denen man ihnen allseitig je nach

Bedarf Rechnung tragen konnte. Wenn man zuerst das Grünmalz gelinde seines Hauptwassergehaltes entledigen wollte, damit man dann mit etwas erhöhter Temperatur den Rest des Wassers so weit abtreiben konnte, daß lagerfestes und doch diastase-kräftigstes Malz erhalten wurde, dann mußte nicht bloß die Temperatur, sondern auch die Ventilation regulierbar sein, dann mußte auch die Darre praktisch bestens mit Grünmalz belegbar sein,

Fig. 50. Transportschnecke.

Fig. 51. Transportschnecke.

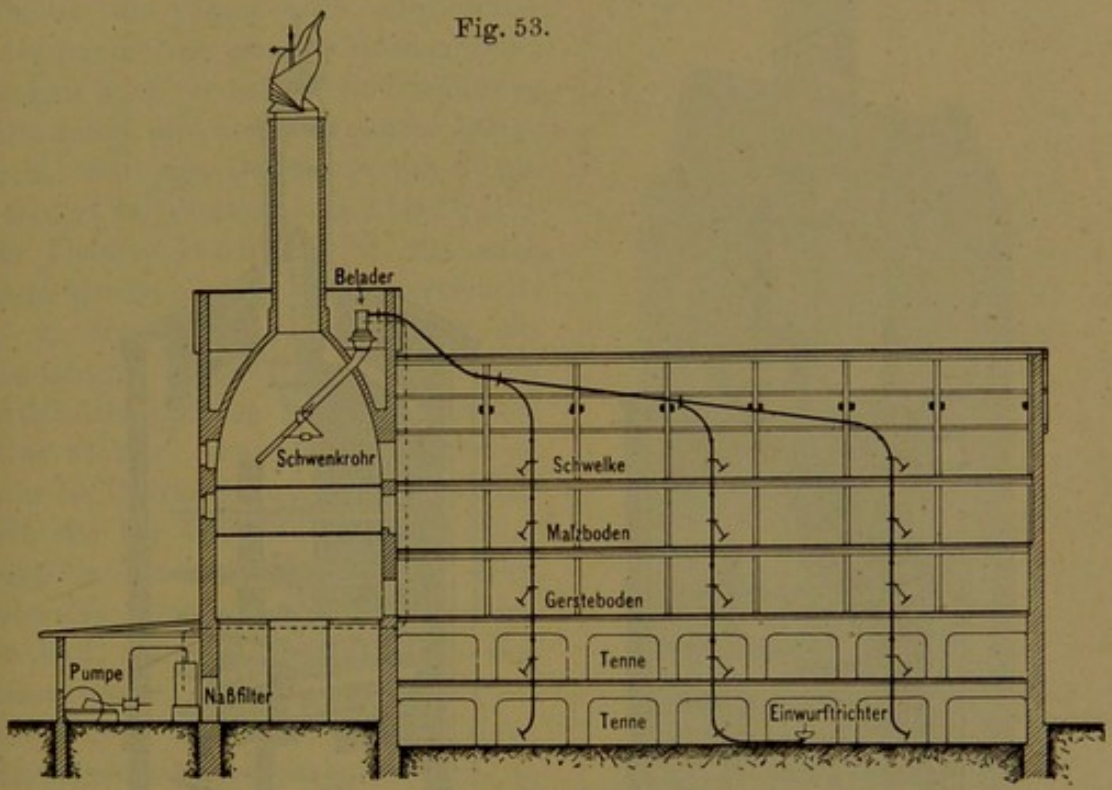
Fig. 52. Transportschnecke.

ohne die Darrung ungleich verlaufen zu lassen und zu verzögern. Wird das Malz z. B. wohl bei niederer Temperatur, aber ungenügendem Luftzug zu rasch getrocknet, dann gehen im Innern des Kornes unerwünschte Veränderungen vor sich, der Mehlkörper wird gummiartig und beim weiteren Darren hornartig, glasig. Bei diesen „Glasmalzen“ ist nicht bloß die diastatische Kraft gering, auch die Aufschließung des glasigen Mehlkörpers macht große Schwierigkeiten, die Eiweißstoffe sind teilweise wertlos oder schwerlöslich gemacht. Die Vortrocknung geschieht nun seit alters her im sogenannten

Abschwelken: das fertige Grünmalz wird an der Luft in dünner Schicht ausgebreitet und abgetrocknet. In der Trommelmälzerei kann man das sehr einfach vollziehen, indem man, wenn das Gewächs und die Aufschließung genügend sind, bei laufender Trommel ungekühlte, trockene Luft durchbläst. Auf diese Weise läßt sich rasch das Grünmalz für die Darrung abschwelken. Wie aus Fig. 45 (a. S. 147) zu sehen ist (Trommel bei der Entleerung), fällt das Grünmalz oder Schwelkmalz auf eine Transportvorrichtung, die es entweder zur Darre oder direkt zur Fabrikation bringt.

Diese Beförderungsmittel sind meistens sogenannte Transportrinnen (Fig. 48) oder Transportschnecken (Fig. 49 bis 52) oder breite Gummibänder, die über zwei Rollen laufend das Grünmalz mitnehmen und am Ende bei dem Umlauf um die eine Rolle abschütteln. Weniger eignen sich die Transport-

Fig. 53.

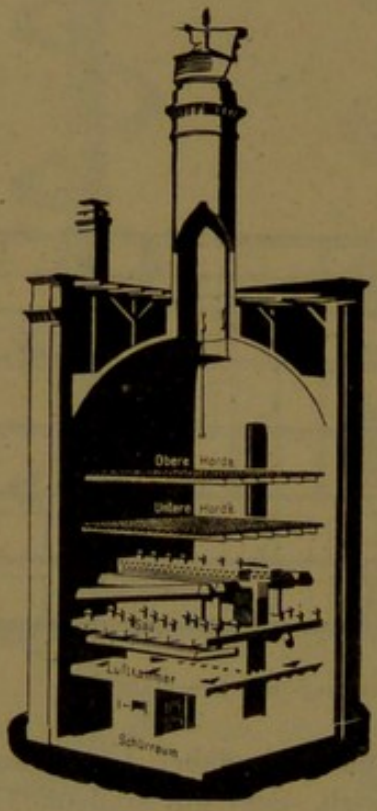


Pneumatische Transportanlagen mit Saug- und Druckluft.

schnecken für Grün- oder Schwelkmalz, weil doch dabei das Keimgut stark aneinander und an der Schnecke gerieben wird. Sehr gut sind die Transportrinnen oder die Transportbänder, die jede Beschädigung des Malzes ausschließen. Da wo das Band oder die Rinne das Malz abwerfen, befindet sich entweder ein Elevator, ein Becherwerk, das es aufnimmt und an den bestimmten Ort bringt, oder es fällt in einen Trichter, der mittels Luft das Malz ansaugt und an Ort und Stelle schafft, eine Beförderungsart, die so einfach und wirksam ist bei aller Unabhängigkeit, daß sie wohl bald alle anderen Vorrichtungen verdrängen wird. Sie ist heute zur Entladung von Schiffen in Silos oder Speicher, zur Entnahme des Silo- oder Speicherinhaltes nach bestimmten Orten der Fabrikation erfolgreich im Gebrauch und findet, wie gesagt, auch in allen Systemen der Mälzerei Anwendung. Dort, wohin das Grünmalz oder der Rohstoff befördert werden soll, steht ein größeres Aufnahmegefäß aus Eisenblech, aus dem ein im Maschinenhause der Mälzerei oder sonstwo geeignet aufgestellter Exhaustor oder eine Luftpumpe fortwährend Luft absaugt und

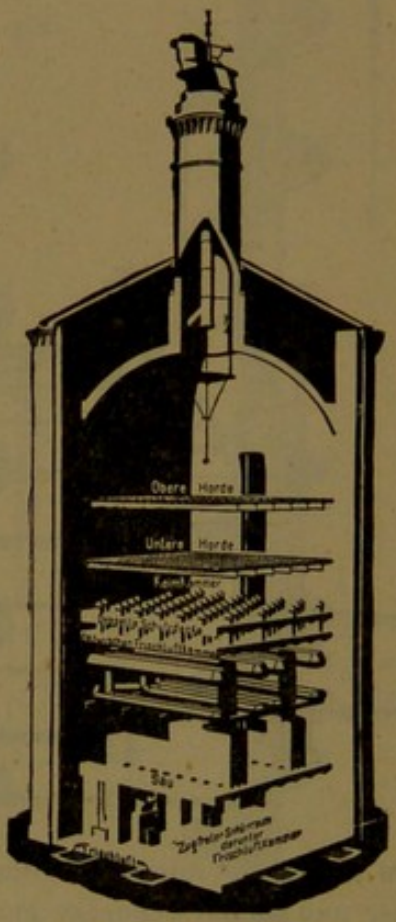
dabei durch das in das Aufnahmegefäß mündende Zuleitungsrohr das Malz ansaugt (Fig. 53 a. v. S.). Auf eine dieser Arten wird nun das bereits abgeschwelkte Grünmalz oder das frische Grünmalz der Darre zugeführt, je nach Anlage der Mälzerei und der Darre. Nachstehend nun drei Bilder (Fig. 54 bis 56) von Darren, wie sie die Firma Topf u. Söhne, Erfurt, seit vielen Jahren und in letzter Zeit baut. Ursprünglich kannte man nur die Universaldarre (Fig. 54), mit der man eben zurechtkommen mußte, wollte man Malz verschiedener Qualität erzeugen. Als die Anforderungen an ein Brennmalz der wissenschaftlichen Forschung entsprechend höher gestellt waren, baute die Firma die Spezialdarre, die nur für ganz lichte, helle, nieder abzudarrende Malze in Frage kommt. Wie aus den Figuren ersichtlich, besteht die Darre aus einem

Fig. 54.



Universaldarre.

Fig. 55.



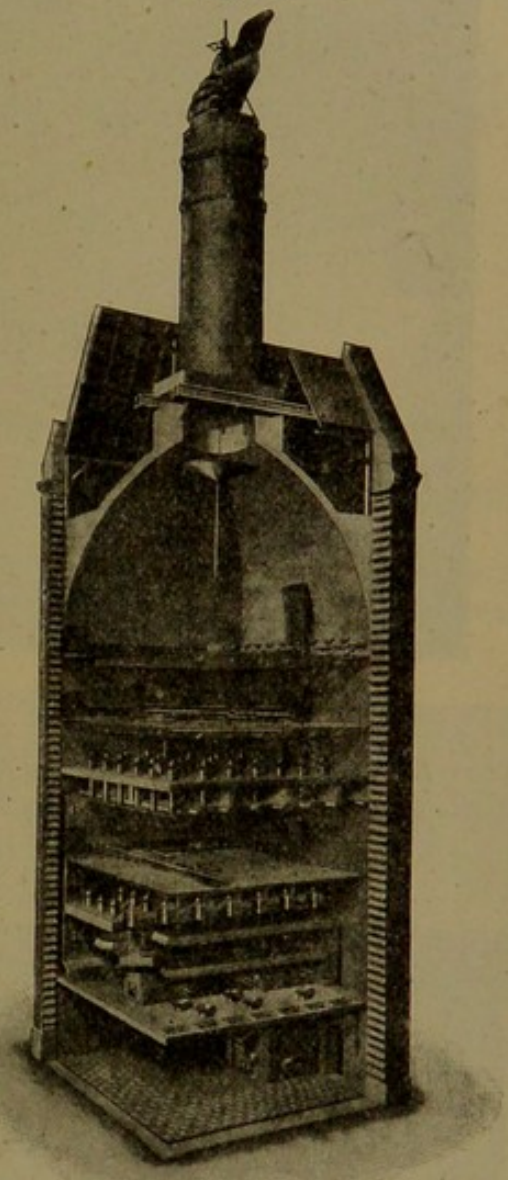
Spezialdarre für helles Malz.

Feuerungsraum, über dem sich die Luftkammer befindet, die mit den Heizgasen erwärmt wird. Die erwärmte Luft tritt durch die mit Hauben versehenen Stutzen ein in den Raum unter dem ersten Boden für das zu darrende Grünmalz, „Sau“ genannt, und kann durch regulierbare Zufuhr von kalter Außenluft auf jede Temperatur eingestellt werden. Darüber sind die Horden, geschlitzte Eisenbleche, auf einem Trägergerüst angebracht. Es ist nun klar, daß die Temperatur in der Darre zu beobachten ist, ebenso auch, daß das zu darrende Malz gewendet werden muß, will man des gleichmäßigen Fortganges der Darrung sicher sein.

Zu diesem Zweck — bemerkt sei hier nur kurz, daß für Braumalze zu Lagerbier Temperaturen von 75 bis 100° und darüber zum Schlusse der Darrung üblich waren und teilweise noch sind — mußte der betreffende

Arbeiter oder Mälzereileiter früher den heißen Raum betreten, den Thermometer nachsehen und wenden! Keine angenehme Arbeit! In dem Maße aber, als die maschinelle Technik sich der Mälzerei bemächtigte, bekam man selbsttätige Registrierapparate, Fernthermometer, die es gestatten, außerhalb der Darre die Temperatur der Luft und des zu darrenden Malzes zu kontrollieren. Dann kamen auch die selbsttätigen Darrmalzwender, die von außen ein- und ausgeschaltet werden können.

Fig. 56.



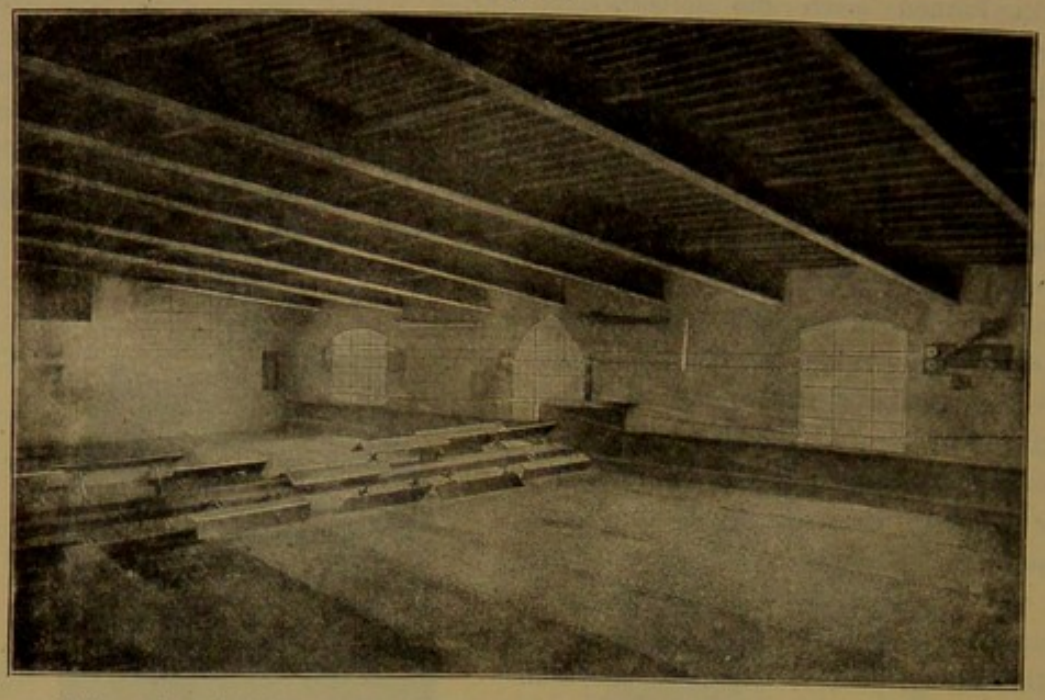
Patent-Dreihordendarre.

Über die Wichtigkeit dieses Fortschrittes gibt es keinen Zweifel. Der Darrmalzwender mit Thermometer-Hebeapparat (Fig. 57 a. f. S.) durcharbeitet die Masse nicht nur unter Ausnützung der ganzen Hordenbreite, sondern auch in beiden Endstellungen vollständig, also auch der ganzen Länge nach. Für eine Darrfläche von 60 qm erfordert der Wender etwa 1 bis $1^1/_2$ PS. Für kleinere Betriebe wird, um auch diesen die Benutzung dieses Fortschrittes zu ermöglichen, der Wender mit Handantrieb angefertigt. Um nun fortlaufend gleiches Malz zu erhalten, ist es wichtig, immer auch die Temperatur im Darrmalz zu kennen; um aber noch die bei Anwendung der Wender mögliche Beschädigung der im Malz stehenden Thermometer, besonders für den Fall, daß seine Herausnahme vergessen wurde, zu vermeiden, liefert die Firma Topf u. Söhne, Erfurt, einen Thermometer-Hebeapparat, der leicht in jeder Darre anbringbar ist und sicher arbeitet. Das Thermometer sitzt immer im Malz, wird beim Durchgang des Wenders emporgehoben und nach dessen Vorbeigang wieder versenkt. Diesen Thermometer-Hebeapparat liefert die Firma auch kombiniert mit einem Fernregistrierapparat (Fig. 58 a. f. S.) der nicht bloß eine Kontrolle des Arbeiters durch den Betriebsleiter darstellt, sondern auch eine Erleichterung für den Arbeiter selbst. Außerdem können elektrische Fernthermometer angebracht werden.

Außer der Universal- und der Spezialdarre sehen wir die Patent-Dreihordendarre (Fig. 56), bei der die unterste Horde (Rösthorde) ganz getrennt von der oberen (Schwelk- oder Trockenhorde) ist. Jede hat ihre eigene Warmluftzuführung mit Kaltluftregulierung, so daß auf der unteren Rösthorde hoch und fast ohne Luftzug abgedarrt und auf der oberen bei starkem Luftzug nieder abgeschwelkt werden kann. Doch kommt diese Darre nur für Brauereien in Betracht.

Ist nun die Darrung vollendet, so muß das Trockenprodukt von der Horde entfernt werden. Das geschah nun früher ebenfalls mit Hand und war bei der Länge der Arbeit für den betreffenden Arbeiter nicht angenehm. Die Firma Topf u. Söhne, Erfurt, konstruierte nun für diesen Zweck einen

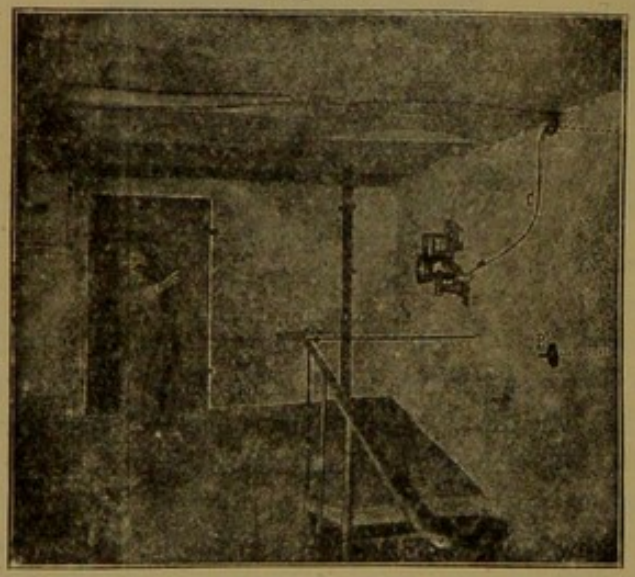
Fig. 57.



Malzwender mit Thermometer-Hebeapparat (rechts oben Thermometer hochgezogen).

Darr-Abräumer, den sogenannten „Darr-Esel" (Fig. 59), der diese Arbeit bedeutend abkürzt, also die Darre schneller wieder verfügbar macht und deshalb Kohlenersparnis bedeutet. Die Arbeit des Apparates ergibt sich leicht aus der Zeichnung. Diese Art der Hordenräumung hat immer noch den Nachteil, daß der Arbeiter die Horde betreten muß, also auch das Malz! Zur Vermeidung dieses Übelstandes bringt die Erfurter Firma die sogenannten Klapphorden (Fig. 60 u. 61) zur Aufstellung, die eine schnelle selbsttätige Entleerung der Horden ermöglichen.

Fig. 58.

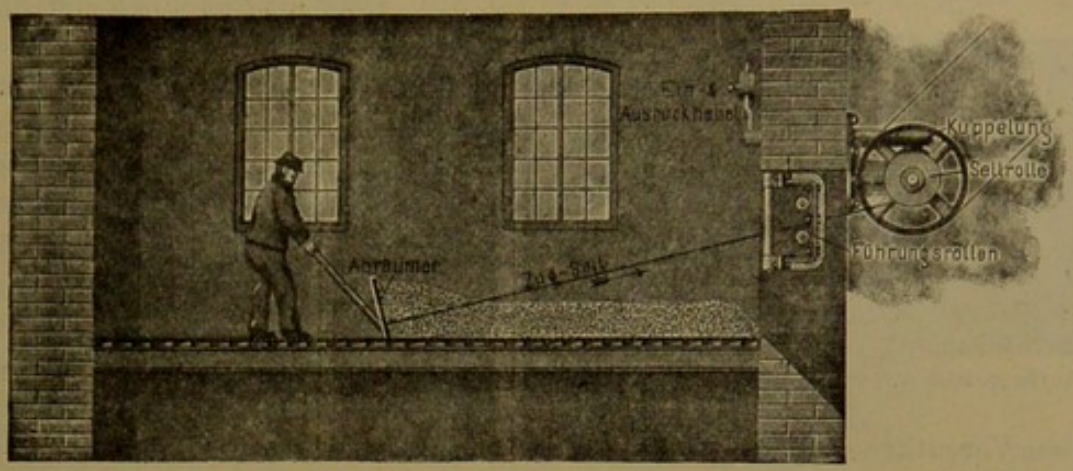


Selbstregistrierender Fernthermometer (außerh. der Darre).

Diese bestehen dann aus einzelnen von außen drehbaren Bahnen; durch die freiwerdenden Zwischenräume fällt das Darrmalz von selbst nach unten in die Auffangtrichter, die selbst zusammenklappbar sind und so während der Darrung die aufsteigende Warmluft nicht behindern. Um dabei noch leichtfertige Arbeit des Mälzers auszuschließen, baut die Firma diese Klapphorden mit Auffangtrichter mit einer Sicherheitsverriegelung, so daß die Arbeit nur richtig nacheinander vor sich

gehen kann. Unter den Auffangtrichtern befinden sich Schnecken, die das Darrmalz sofort weiter befördern. Die Versuche, die Darrung gleich in den Trommeln zu vollziehen, sind ja sehr lobenswert, aber bis jetzt zu keinem

Fig. 59.

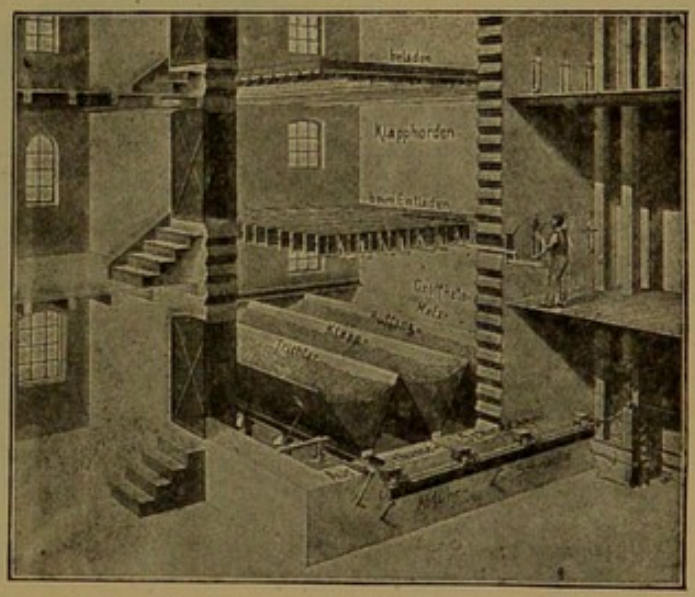


Darr-Abräumer. (Darr-Esel.)

befriedigenden Resultat gekommen. Möglich ist, daß auch diese Neuerung uns noch beschieden wird.

Während nun früher oft 48 Stunden bei den primitiven Darren gearbeitet wurde, ist heute eine rationelle Darrung in höchstens 24 Stunden fertig. Absolut zu warnen ist vor der allzu schnellen Anwärmung des Grün- oder Schwelkmalzes, die sehr gefährlich ist und dies um so mehr, je größer der Wassergehalt noch bei gleicher Darrtemperatur ist. Durch die Luftregulierungsmöglichkeit der modernen Darren hat man ja die Temperaturen leichter in der Hand. Auf alle Fälle aber gilt als Regel, möglichst schon gut abgeschwelktes Grünmalz auf die Darre zu bringen, am Anfang bei genügendem Luftzug langsam die Temperatur zu steigern, öfter zu wenden, damit überall im Malz möglichst gleiche Temperatur herrscht, und selbst zum Schluß nicht über 50, höchstens 55° im Malz hinauszugehen.

Fig. 60.



Klapphorden mit Auffangtrichter.

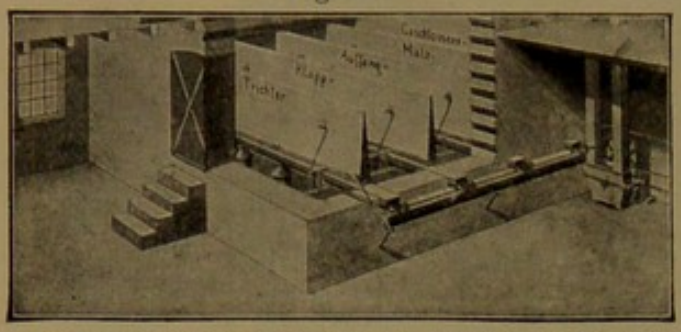
Von der Darre (ev. von den Klapphorden) kommt nun das Malz in die sogenannte Putzerei.

ε) Die Putzerei und Entkeimung. Wie oben unter „Darrung“ erwähnt, muß das Darrmalz nach der Darrung von den Keimen befreit, „entkeimt“ werden, womit gleichzeitig eine Reinigung verbunden wird, die sehr wichtig ist, weil durch sie ein gut Teil der vom Rohgetreide stammenden

Mikroorganismen, an denen die Keime besonders reich sind, mit dem Staub usw. entfernt wird.

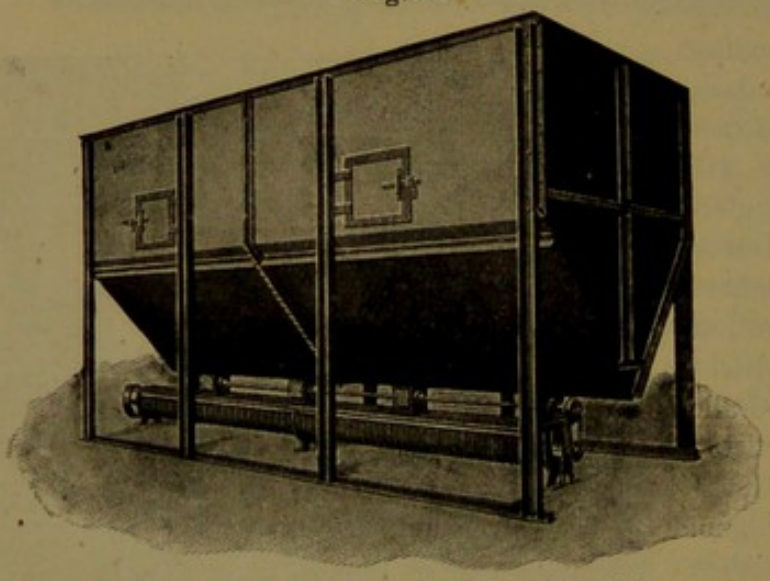
Von der Darre gelangt nun das Malz in der Putzerei zuerst in den sogenannten Malzausstoßkasten mit Vorentkeimer (Fig. 62, 63), der jetzt fast stets aus Eisenblech erstellt ist. Unter ihm bringt man zweckmäßigerweise eine Schnecke an, die einmal die Verbindung mit den anderen Putzapparaten herstellt, andererseits auch eine Vorentkeimung bezweckt. Diese Schnecke hat einen durchlöcherten Mantel (Fig. 63), durch den die abgelösten Keime herausfallen. Man erhält durch diese Vorentkeimung längere Keime und entlastet die Malzputzmaschine. Über dem Vorentkeimer ist eine Speisewalze angebracht, die für gleichmäßigen Einlauf in diesen und auch von ihm in die Putzmaschine Sorge trägt, eine Einrichtung der Firma Topf u. Söhne, Erfurt, die sich sehr bewährt hat. Vom Malzausstoßkasten bzw. Vorentkeimer wird das halb entkeimte Malz der Malzputzmaschine zugeführt, in welcher völlige Entkeimung und Befreiung des entkeimten Malzes von Staub, Sand und sonstigen Verunreinigungen stattfindet.

Fig. 61.



Auffangtrichter, zusammengeklappt, während des Darrens.

Fig. 62.

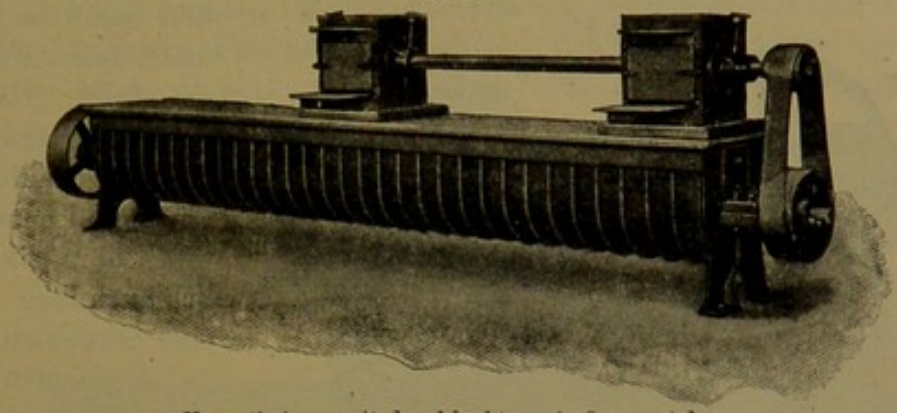


Ausstoßkasten mit darunter liegendem Vorentkeimer.

In den Fig. 64 u. 65 sehen wir eine Malzputz- und Entkeimungsmaschine und Malzpoliermaschine der Firma Topf u. Söhne, Erfurt. Das Malz wird bei der Putz- und Entkeimungsmaschine in gelochtem Stahlzylinder, in dem ein Flügelwerk rotiert, vollständig entkeimt. Die Keime fallen durch ein gelochtes Blech und werden mit einer Schnecke abgeführt. Eine doppelte Aspiration am Ein- und Auslauf, mit Frischluftzuführung nach dem Gegenstromprinzip, entfernt vollständig den Staub und gibt dem Malz ein sauberes Aussehen. Dieses Gegenstromprinzip, bei dem die Frischluft von dem Auslauf nach dem Einlauf, also in entgegengesetzter Richtung zum Gang des zu reinigenden Malzes durchgesaugt wird, bietet natürlich große Vorteile gegenüber der alten Methode, Malz und Luft ihren Weg in gleicher Richtung gehen zu lassen. Durch eine besondere Vorrichtung wird der grobe Staub in der Maschine abgeführt, der leicht in Staubkammern oder Staubfilter geleitet werden kann. Diese Putzmaschinen müssen staubdicht gearbeitet sein, damit sie für die Umgebung keine Quelle der Verunreinigung bilden.

Malzfabriken pflegen nun, da das Malz beim Lagern wieder Staub ansetzt, dasselbe aus Schönheitsgründen, ebenso wie Brauereien aus steuertechnischen Gründen, noch einmal zu reinigen, zu „polieren“. Dies geschieht durch Abbürsten des Malzes in rotierenden Trommeln (Fig. 65) unter Absaugung des abgebürsteten Staubes. Fig. 66 (a. S. 165) zeigt eine Malzputz- und

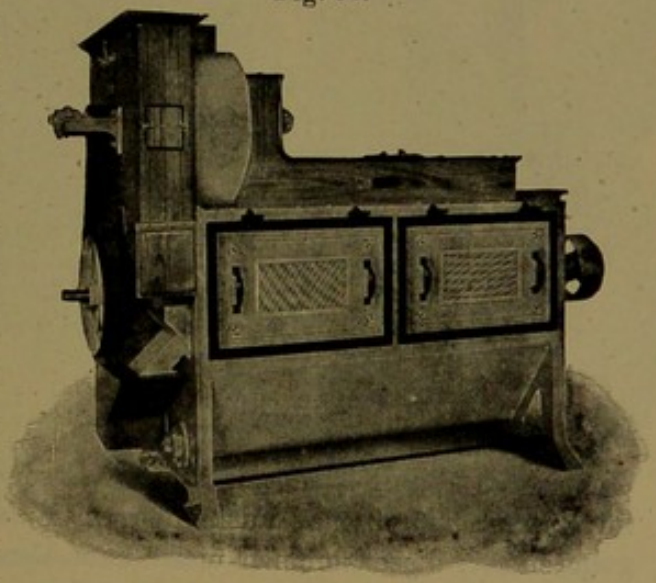
Fig. 63.



Vorentkeimer mit durchlochtem Außenmantel.

Entkeimungsmaschine der Firma Amme, Giesecke u. Konegen in Braunschweig, die sehr wirksam bei größter Schonung des Malzes ist und gegebenenfalls bei um 25 Proz. geringerer Leistung zur Entgrannung von Hafer dienen kann. Die Poliermaschine dieser Firma hat die gleiche Gestalt wie die Putz- und Entkeimungsmaschine bei entsprechender Inneneinrichtung. Fig. 67 (a. S. 166) ist eine schematische Darstellung einer Malzputzerei; der Elevator bringt das vorentkeimte Malz in die Höhe, entleert es über einen Magnet, um Eisenteilchen, Nägel usw. zurückzuhalten, in die Putz- und Entkeimungsmaschine (und ev. Poliermaschine). Der abgebürstete, abgesaugte Staub gelangt in das Staubfilter und kann bei dem Sackrohr weggenommen werden. Von der Putz- und Poliermaschine fällt das Malz entweder in den Sammelkasten und von da durch eine fahrbare selbsttätige Wage in einen darunter gestellten Sack oder es kann durch Rohr neben dem Sammelkasten in Säcken aufgefangen werden. Die Keime werden an dem anderen Fallrohr abgenommen. Zu betonen ist, daß die Reinigung und Entkeimung möglichst bei dem frisch von der Darre kommenden Malz vorgenommen werden muß, da die Keime schnell Wasser anziehen und sich dann schlecht vom Malz lösen. Dagegen soll das geputzte Malz, wenn es zur Lagerung in Säcken oder Silos kommt, abgekühlt sein.

Fig. 64.

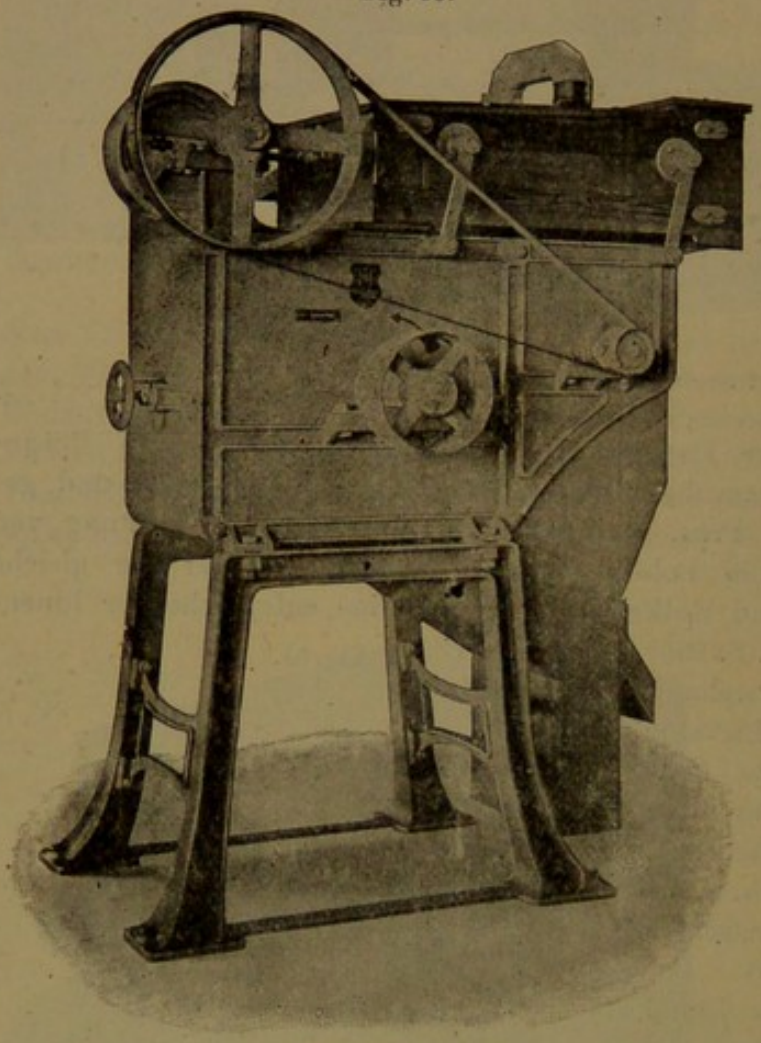


Malzputz- und Entkeimungsmaschine.

Die bei der Entkeimung anfallenden Keime können natürlich nicht so sauber sein, wie sie für Verwendungszwecke in der Hefenfabrikation sein

sollen. Sie sind naturgemäß noch verunreinigt und bedürfen einer Entstaubung und Entsandung. Diese Reinigung ist durchaus zu empfehlen, bei der Rolle, die die Malzkeime in der Lufthefenfabrikation spielen. Man wird sonst große Mengen Staub, darunter viele Mikroorganismen der Maische zuführen und unnötige Gefahren heraufbeschwören. Meist tut es ein einfaches Schüttelsieb, dessen Bespannung alle schwereren feinen Staub- und Sandteile hindurch, die Keime darüber gleiten läßt. Gleichzeitig saugt ein Exhaustor den leichten Staub und die feinen Hülsenteilchen ab und führt sie zu dem Schlauchfilter oder in eine Staubkammer.

Fig. 65.



Malzpoliermaschine.

Wenn man auch geputzte Keime bezieht, so ist doch eine Reinigung, wenn möglich, vor der Verwendung nochmals zu empfehlen, weil beim Verladen und Einsacken stets wieder Staub entsteht durch Ablösung eingetrockneter Verunreinigungen von ihrer Oberfläche. So wertvoll auch die Malzkeime wegen ihres Gehaltes an Stickstoff für die Hefenfabrikation sind, so überreich sind sie an Mikroorganismen, von denen man mit der Entstaubung und Absichtung einen großen Teil entfernen kann. Besonders verunreinigt erweisen sich die im Handel befindlichen ausländischen Malzkeime, deren Reinigung besonders geboten ist; diese kommen meist zum Versand, wie sie die Malzentkeimungsmaschinen verlassen. Besonders sind diese Keime auch auf schweflige Säure zu prüfen; sie sind meist von sehr heller Farbe, die durch künstliche Mittel Unterstützung fand.

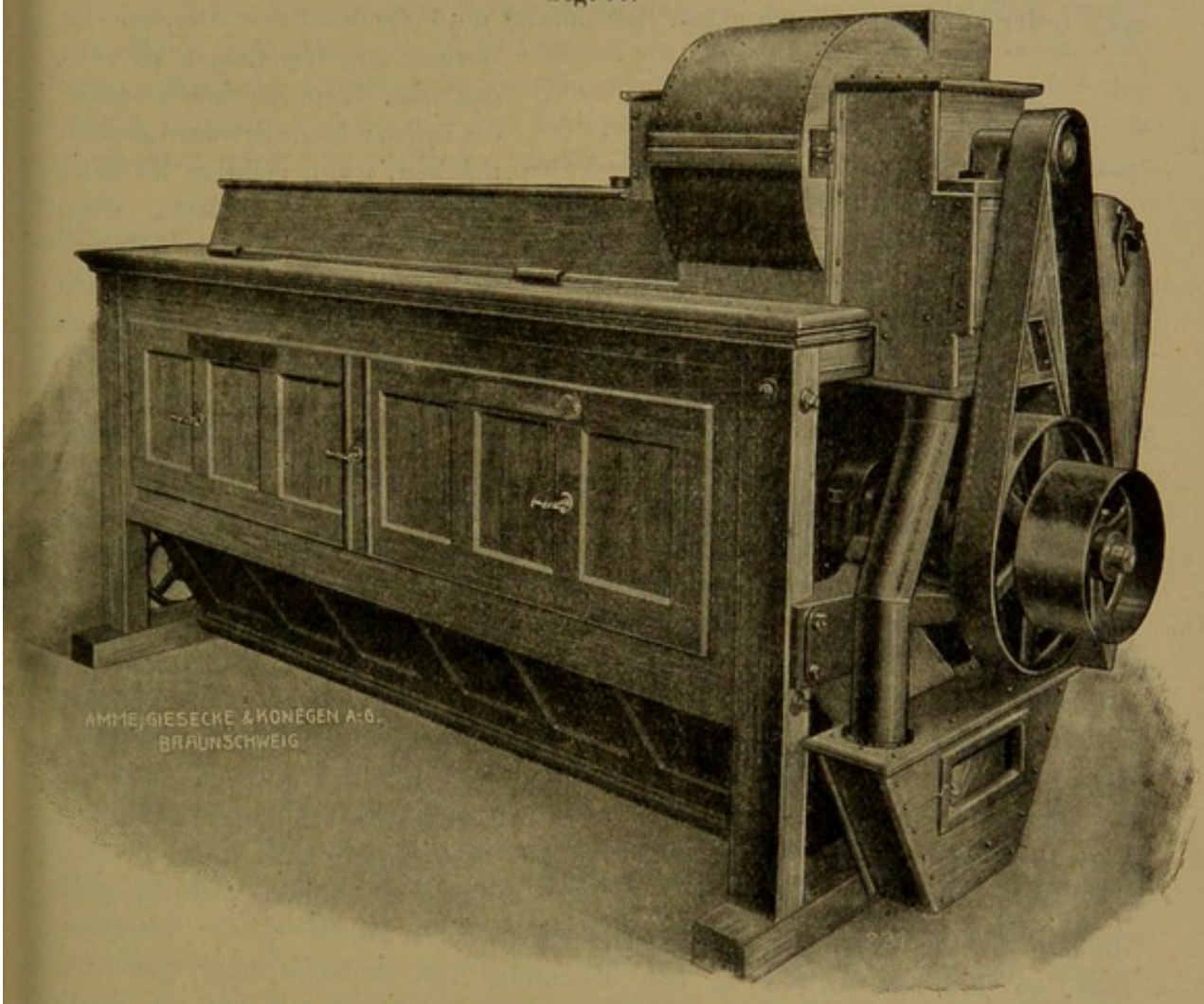
c) Das Grünmalz, das Darrmalz, die Malzkeime, ihre Zusammensetzung, Prüfung u. Begutachtung.

Nach all dem was über die Mälzung gesagt werden mußte, kann man wohl das Malz sowohl als Grünmalz wie auch als Darrmalz als das wichtigste Ausgangsmaterial für die Gärungsindustrie, also auch für die Hefenfabrikation bezeichnen. In der Hauptsache kommt dabei nur Malz aus Gerste in Betracht

und zwar Grünmalz fast ausschließlich da, wo es sich um Hefenerzeugung handelt, Darrmalz mehr da, wo auch die gleichzeitige Gewinnung von gutem Spiritus, von Qualitätsware, ins Auge gefaßt ist.

Was die Beurteilung des Grünmalzes nun anlangt, so ist darüber in dem theoretischen und praktischen Teil der Malzbereitung schon einiges gesagt worden. Da es in den Betrieben selbst erzeugt werden muß, also nicht als Kaufware in Frage kommt, ist es eben Sache des Brennmeisters oder Betriebsleiters, durch richtige Führung des Malzes sich die für einen rationellen Hefenbetrieb nötige Qualität Grünmalz zu erzeugen, das schimmelfrei ist, höchste enzymatische, diastatische und peptatische Kraft und als deren Grund-

Fig. 66.



Liegende Zentrifugal-Darrmalzputz- und Entkeimungsmaschine.

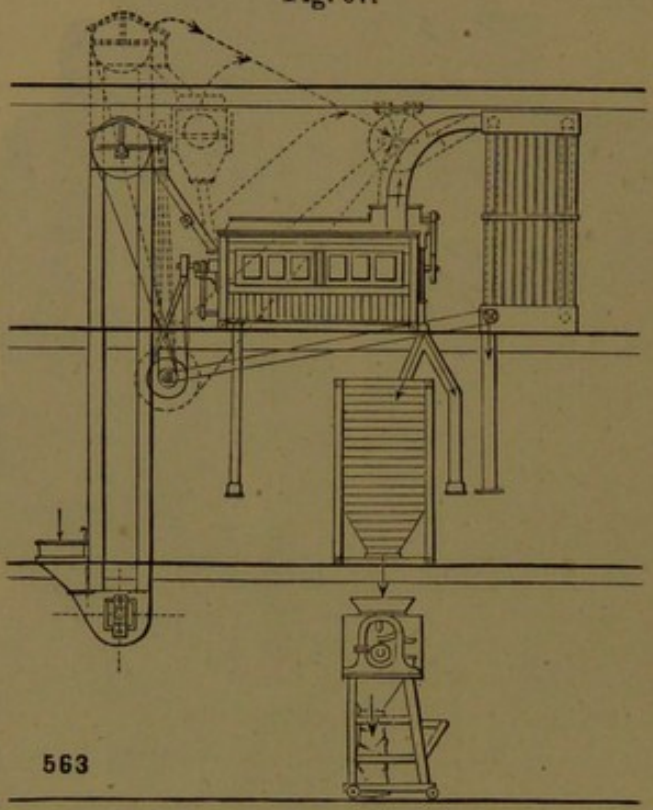
lage die gewünschte Aufschließung, Lösung, besitzt. Die Kriterien hierfür sind weiter oben ausführlich behandelt worden. Im übrigen läßt sich die Prüfung von Grünmalz genau auch auf die Weise vornehmen, wie sie nachstehend für das Darrmalz beschrieben ist. Nur sollte für ein im geordneten Betriebe erzeugtes Grünmalz eine Prüfung eigentlich überflüssig sein.

Hier soll deshalb nur die Prüfung von Darrmalz zur Sprache kommen, das im Betriebe zur Verwertung des etwa anfallenden Grünmalzüberschusses selbst erzeugt oder gekauft wird, um für bestimmte Fälle, wie z. B. bei unerwartet größerem Hefenbedarf und vielleicht auch ungenügender Mälzerei, das Grünmalz ersetzen zu können, wobei dann meist für 100 kg Gerste je nach

den Verhältnissen 75 bis 80 kg Darrmalz gerechnet und genommen werden. Im alten Verfahren wird ja mit Vorteil viel Darrmalz verwendet, besonders wo neben guter Hefe auch guter Alkohol erzeugt werden soll.

Wie beim Getreide sind beim Darrmalz äußere Merkmale maßgebend, wie Farbe, Geruch, Geschmack, Sauberkeit, Korngröße. Da ein Brennmalz bei niederer Temperatur abgedarrt sein muß, so ist zu verlangen, daß seine Farbe licht, hell und gleichmäßig sei; sobald höhere ungleiche Temperaturen bei der Darrung aufgetreten sind, schwankt die Farbe der einzelnen Körner mehr ins Rötlichbraune. Der Geruch wird allerdings um so aromatischer, je höher das Malz innerhalb der möglichen Darrtemperaturen abgedarrt wurde, ebenso der Geschmack. Aber auch bei nieder, also richtig abgedarrtem Brennmalz (oder wir können auch sagen Hefenmalz) muß ein deutlicher angenehmer Geruch und Geschmack vorhanden sein. Beim Zerbeißen dürfen die Körner keine Schwierigkeiten machen, wenn richtige Mälzung und Darrung vorliegt, wenn das Malz also nicht „glasig“ ist. Ein Brennmalz muß auch frei von Verunreinigungen sein, sich also blank, sauber präsentieren. Jedenfalls dürfen die Körner keine sichtbaren Schimmelpilzkulturen aufweisen oder bei mikroskopischer Beobachtung reichlichen Gehalt an sonstigen Mikroorganismen. Zur Prüfung bewegt man eine kleine Probe des Malzes in Wasser, so daß die an der Schale haftenden Teilchen sich ablösen, und prüft dieses Waschwasser mikroskopisch und bakteriologisch. Zur äußeren Beurteilung kann auch die möglichst gleichmäßige Körnergröße dienen, da wir wissen, daß ungleiche Gerste sich schwer derart vermälzen läßt, so daß alle Anteile in der Keimung und Aufschließung gleichweit gelangt sind. Gleiche Korngröße läßt also von vornherein auf ein gleichmäßigeres Produkt hoffen. Was nun die inneren Eigenschaften anlangt, so kommen in Betracht: die Beschaffenheit des Mehlkörpers, der Gehalt an Wasser, eventuell an Extrakt, verbunden mit der Bestimmung des Verzuckerungsvermögens und der verflüssigenden Kraft. Da die Beschaffenheit des Malzinnern sowohl von der Darrung als auch von der Malzführung abhängt, so ist auf richtige Lösung zu sehen, ebenso wie auf die Länge des Blattkeimes, der unterm Spelz ganz deutlich sichtbar ist. Zur Prüfung auf die gleichmäßige und richtige Beschaffenheit des Mehlkörpers benutzt man am besten den Getreideschneider, wie er unter „Untersuchung von Gerste“ angegeben wurde und in verschiedenen Ausführungen zu haben ist (nach Heinsdorf, Grobecker). Man gibt das Malz auf das Instrument, bewegt

Fig. 67.



Schematische Anordnung einer Malzputz- und Polieranlage.

es, damit die 50 Öffnungen sich mit je einem Malzkorn belegen, und schneidet diese durch. An der Schnittfläche kann man die Gleichmäßigkeit der Beschaffenheit des Malzinnern feststellen, besonders auch den Grad der richtigen Aufschließung und Darrung. Das beste Malz soll nur mehligen Korninhalt aufweisen, was leider nicht immer der Fall ist. Man findet oft sogenannte glasige Kornschnitte, bei denen die Lösung des entsprechenden Kornes nicht erreicht oder die Darrung zu rasch vorgenommen wurde, so daß der teilweise abgebaute und schon enzymhaltige Mehlkörper sich in gummiähnliche Substanz umänderte und hornartig glänzend eintrocknete. Teilweise findet man auch halbglasige Körner, die entweder gleichmäßig diesen Zustand aufweisen oder aber etwas glasigen Körperinhalt neben mehligem enthalten. Also je mehr mehlige rein weiße Schnittflächen zu sehen sind, desto besser das Malz. Man kann, da 50 Öffnungen im Instrument vorliegen, durch Zählung schnell die prozentische Zusammensetzung des Malzes in bezug auf den Mehligkeitsgrad berechnen. Die Länge des Blattkeimes gibt ja auch etwas Aufschluß, aber man bedenke wieder, daß das Gewächs allein nicht immer auch „Lösung“ bedeutet. Die Bestimmung des Extraktgehaltes ist für Brennerei- und Hefenerzeugungszwecke direkt nicht so geboten, sie ist für den Brauer wichtiger. Sie gibt aber auch für Brennmalz wertvolle Aufschlüsse, zumal bei dieser Bestimmung auch die enzymatische Kraft des Malzes beobachtet werden kann. Um hier Vergleichswerte zu erhalten ist eine Bestimmung des Wassergehaltes unbedingt nötig, die genau nach den Angaben bei „Gerstenuntersuchung“ zu machen ist. Das gut und richtig, also nieder abgedarrte Hefen- oder Brennmalz soll einen Wassergehalt von 6 bis 7 Proz. haben; das Malz zieht aber gerne beim Lagern Wasser an, so daß höhere Wassergehalte von 10 Proz. und darüber nicht selten sind. Wo es sich also um Kauf handelt, ist der übrige Befund, z. B. des Extraktgehaltes, immer nach der Wasserbestimmung auf Trockensubstanz umzurechnen und so zu verwerten. Wo es sich aber auch um in der Fabrik gewonnene Darrmalze handelt, ist die Wasserbestimmung die Grundlage der Malzanalyse, wenn sie Vergleichswerte ergeben soll. Zur Extraktbestimmung für die Begutachtung des im Betriebe selbst gewonnenen Malzes bedient man sich etwa der nachfolgenden Methode; bei Kaufanalysen wendet man sich besser an eine Untersuchungsanstalt, um für beide Teile ein unparteiisches Resultat als Grundlage zu haben. Bei den Betriebsanalysen ist die Hauptsache eine stets gleichmäßige Durchführung derselben. Bemerkt sei, daß die Bestimmung des Extraktgehaltes einen theoretischen Wert ergibt, dessen möglichste Erreichung z. B. der Brauer anstrebt. Diese theoretische Extraktausbeute wird aber bei den offiziellen Malzuntersuchungen unter Umständen bestimmt, die mit den Vorgängen und den Temperaturen der Maischung in der Hefenfabrikation wenig gemeinsam haben. Die nachstehende Prüfung ergibt also wohl einen theoretischen Vergleichswert, aber nicht die Zahl der Extraktmenge, die bei fabrikmäßiger Schrotung und Vermaischung aus dem Malz herauszuholen ist. Wenn diese Extraktbestimmung für den Hefen- oder Brennereibetrieb besonderen Wert haben soll, so muß sie gleichzeitig ermöglichen, dabei die diastatische Arbeit beobachten zu können. Immerhin aber ist eben doch wissenswert, ob ein Darrmalz außer guter enzymatischer Fähigkeit noch großen Substanzgehalt hat, also für Hefen- und Brennzwecke vielleicht nicht unnötig lang und warm geführt wurde. Man bestimmt also zuerst in einigen Grammen des Malzes den

Wassergehalt. Dann werden 50 g ganz gewogenes Malz quantitativ fein geschroten und mit 200 ccm Wasser von 45° $^1/_2$ Stunde digeriert. Nun steigert man die Temperatur so langsam bis 70°, daß diese in etwa $^1/_2$ Stunde erreicht sind, also etwa pro Minute um 1°. Bei 70° hält man 1 Stunde und behandelt diese Digestion als Verzuckerung. Etwa 10 Minuten nach Erreichung der 70° beginnt man Jodtüpfelreaktionen zu machen und betrachtet die Verzuckerung als vollendet, wenn sich bei der Probe nur noch Gelbfärbung ergibt. Man verdünnt nun die Maische rasch mit 200 ccm kaltem Wasser, bringt das Gesamtgewicht der Maische auf 450 g, filtriert in eine trockene Flasche durch ein Faltenfilter, groß genug die ganze Maische auf einmal zu fassen, gießt die ersten 100 ccm Filtrat nochmals zurück und bestimmt dann im klaren Filtrat pyknometrisch bei 17,5° das spezifische Gewicht. Daraus berechnet man den Extraktgehalt nach der Schultzeschen Tabelle oder der Tabelle zur Umwandlung der spezifischen Gewichte in Saccharometergrade nach Balling (s. später unter Saccharometrie), der unter Berücksichtigung des Wassergehaltes auf die Trockensubstanz bezogen wird.

Läßt also diese Probe während der sogenannten Verzuckerungsdauer, der Zeit der Digestion bei 70°, einen Schluß auf die diastatische Arbeitsleistung des Malzes zu, so entsprechen doch die Versuchsbedingungen so gar nicht denen der Praxis der Brennerei- und Hefenfabrikation. Die Verzuckerung vollzieht sich ja im Betriebe bei wesentlich niederern Temperaturen, die sich etwa zwischen 60 bis $63^3/_4$° bewegen. Der Verfasser hat nun obige Methode zur Kontrolle stets so durchgeführt, daß er in $^1/_2$ Stunde von 45 auf 62,5° aufwärmt und bei dieser Temperatur, die wohl die Durchschnittstemperatur der gebräuchlichsten Verzuckerungstemperaturen ist, so lange hält, bis völlige Verzuckerung, also gelbe Jodtüpfelreaktion eintritt, und dann kurz auf 70° erwärmt. Merkwürdigerweise waren nun die Malze, die bei etwa 70° schneller als andere verzuckerten, nicht so im Vorsprung bei der Benutzung der Temperatur von 62,5°, die dem Betriebe angepaßt ist. Sehr häufig traten die bei 70° besseren Malze in die Reihe zurück und wurden sogar von anderen überholt, wenn die Verzuckerung bei 62,5° vollzogen wurde. Es scheint beinahe, daß hier Malze vorgelegen haben, die bei 70° besser verzuckern, weil ihre verflüssigende Kraft größer als normal ist, die aber nicht zur Geltung kommt, wenn die Probe nur bei 62,5° verzuckert wird. Das würde erst recht darauf hinweisen, bei Malzanalysen für Hefenzwecke stets bei 62,5° zu verzuckern bzw. auf diastatische Kraft zu prüfen. Sehr häufig wurde auch der gleiche Extraktgehalt wie bei der höheren Temperatur gefunden, meist blieb er etwas dahinter zurück. Leider konnte der Verfasser nicht die Untersuchungen dahin ergänzen, festzustellen, ob die vorkommenden Differenzen des Extraktgehaltes nach der Verzuckerung bei 62,5 oder 70° nur auf wertlose Substanzen zurückzuführen sind, die bei der höheren Temperatur in Lösung gehen, oder ob es wirklich sich um bessere Aufschließung bzw. Auslaugung handelt. Jedenfalls gab die Probe mit dem gleichen Malz, bei beiden Temperaturen vorgenommen, ganz interessante Aufschlüsse über die Möglichkeit der Ausnutzung des Malzes im Betriebe. Ohne diese Probe immer bis zur Extraktbestimmung durchzuführen, gibt sie in kurzer Zeit doch genügend Aufschluß über die diastatische Kraft und Arbeit des verwendeten Malzes im Betriebe, wobei allerdings vom Verfasser die Temperatur von 62,5 statt 70° gewählt wird. Sehr leicht überzeugt man sich auf diese Weise von der

Natur des zur Verwendung gelangenden gequetschten Grünmalzes, wie bei betriebstechnischen Untersuchungen ja nicht immer die größtmögliche Genauigkeit in Frage kommt, sondern mehr die Frage in den Vordergrund tritt: Wie kann der Betriebsbeamte sich rasch und doch sicher über die gewünschte Eigenschaft eines Körpers oder Tätigkeit eines Prozesses Gewißheit oder Auskunft verschaffen? Die Hauptsache ist und bleibt dabei, daß stets nach dem gleichen Schema bei der Untersuchung gearbeitet wird. Je schneller natürlich bei 62,5° ein Malz den Verzuckerungsprozeß beendet, desto mehr verdient es die Bezeichnung sehr gut; doch wäre es fehlerhaft hier in zahlenmäßigen Grenzen Unterschiede zu machen, die nur theoretischen Wert haben können. Wir dürfen nicht vergessen, daß der Maischprozeß, wie er in der Praxis geübt wird, der Verzuckerung Zeit läßt; daß also ein Unterschied der Prüfung zweier Malze, z. B. von etwa 10 Minuten, in der Verzuckerung praktisch nicht zur Geltung zu kommen braucht und auch nicht kommt, sondern nur dann bedächtig machen kann und soll, wenn die Verzuckerungszeit schon übermäßig lange ist. Außerdem darf auch nicht außer acht gelassen werden, daß in der Hefenindustrie das Malz in der Praxis nicht bloß seine eigene Stärke, sondern viel größere Mengen derjenigen zugemaischter anderer Rohfrüchte zu verzuckern hat, daß also ein Malz, das bei der Probe zur Verzuckerung seiner eigenen, sozusagen schon vorbereiteten Stärke recht lange braucht, in der Maische entsprechend größere Arbeit zu leisten hat und dazu vermutlich viel längere Zeit benötigt.

Deshalb soll ein brauchbares Malz immerhin bei obiger Probe in $^1/_2$ bis $^3/_4$ Stunden längstens bis zur gelben Jodreaktion bei 62,5° verzuckern, damit man sicher ist, daß der Abbau der vielen Stärke der zugemaischten Rohstoffe in gewünschter rascher Weise vor sich geht. Sehr interessant wäre die Untersuchung der bei der Probe erhaltenen Würzen auf Maltose und Dextrin, eine Arbeit, die leider undankbar, weil ungenau ist; nicht einmal die Maltosebestimmung befriedigt, weil die ihr schon nahestehenden Dextrine auf Fehlingsche Lösung einwirken. So kann mit einigermaßen genauer Arbeit nur nach der Inversion der Gesamtzuckergehalt bestimmt werden, der uns aber keinen gewünschten Aufschluß über erhöhte Diastasewirkung des einen oder anderen Malzes durch ein besseres Maltose-Dextrinverhältnis bringt. Ähnlich steht es mit der besonderen Bestimmung der diastatischen und verflüssigenden Kraft. Gewiß sind die im Gebrauch befindlichen Methoden so ausgearbeitet, daß sie bei gleicher Arbeit gleiche Zahlen geben, aber die Praxis kann sehr häufig den analytischen Befund nicht bestätigen und deshalb mit den Zahlen nicht viel anfangen. Der geübte, erfahrene Betriebsleiter weiß auch ungünstige Momente durch besondere Arbeit wieder auszugleichen und so auch einem diastaseschwachen Malze, wenn es not tut, befriedigende Arbeit abzuringen. Außerdem muß berücksichtigt werden, daß wir vom Malz in jeder Form, als Grün-, Luft- oder Darrmalz verwendet, eine Arbeit verlangen, die eigentlich in zwei Richtungen verlaufen kann, die Verzuckerung und Verflüssigung der Stärke, daß also die Diastasebestimmung der Wirklichkeit, der Praxis, am nächsten kommt, die auch ähnliche Temperaturen anwendet und für beide Arten der Tätigkeit des Malzes Werte anzugeben gestattet.

Bei den nachfolgenden Prüfungen auf diastatische Kraft ist diese an der Verzuckerung dünner reiner Stärkelösungen gemessen, während in praxi die Diastase sich das Stärkemehl neben allen möglichen fremden Stoffen her-

aussuchen muß, also sicher nur mit Hilfe anderer Enzyme arbeiten kann. So urteilt das Ergebnis der Diastaseprüfungen über eine Tätigkeit, die bei dem Malz in Wirklichkeit unter ganz anderen Umständen gefordert wird, nie für sich allein, sondern kombiniert mit anderen. Daher stimmen auch die Prüfungsergebnisse selten mit denen der Verarbeitung ganz überein. Die Verzuckerung der Praxis geht auf eine stark eiweißhaltige Stärkemaische, die die Stärke nicht einmal alle in Lösung verkleistert enthält. Die Diastasebeanspruchung ist also eine weitgehendere und vergesellschaftet mit der anderer Enzyme. Aber für diese Prüfung eine Normalmaische herzustellen ist unmöglich, zumal überall anderes Rohmaterial im Betriebe verarbeitet wird.

Lintner arbeitete nun (Zeitschr. f. Spiritus-Industrie 1886, S. 495, 503) folgende Diastasebestimmung aus, die bei Zimmertemperatur ausgeführt wird, also von der Diastase eigentlich betriebsungewohnte Arbeit verlangt und mehr deren Arbeit im Malzhaufen nahe kommt. Er stellt aus 25 g feingepulvertem Darrmalz (oder 25 g mit Sand fein zerriebenem Grünmalz) mit $^1/_2$ Liter Wasser in 6stündiger Maceration bei öfterem Umschütteln einen durch öfteres Zurückgießen absolut klar zu filtrierenden Auszug her; desgleichen eine Stärkelösung von 2 g in 100 ccm Wasser. Die zu lösende Stärke wird so gewonnen, daß man während 7 Tagen $7^1/_2$proz. Salzsäure auf Kartoffelstärke einwirken läßt, dann abfiltriert und bis zu neutraler Reaktion auswäscht und trocknet. Diese lösliche Stärke (s. unter „Stärke") löst sich in heißem Wasser klar und nicht mehr zu Kleister und wirkt kaum auf Fehlingsche Lösung.

Zur Ausführung des Versuches benützt Lintner den Reischauerschen Apparat (s. „Dextrose") und gibt in jedes der 10 Reagenzgläschen je 10 ccm der Stärkelösung und 0,1 bis 1,0 ccm des Malzauszuges. Nach Umschütteln der einzelnen Gläschen und 1stündigem Stehen bei Zimmertemperatur gibt man in jedes Röhrchen 5 ccm Fehlingsche Lösung und läßt sie alle 10 Minuten im kochenden Wasser. Das Röhrchen, in dem eben die Fehlingsche Lösung entfärbt wurde, ist zu notieren; in ihm reichte die zugesetzte Malzlösung hin, die gelöste Stärke zu verzuckern. Sind alle entfärbt, so muß der Versuch mit verdünnter Malzlösung wiederholt werden. Weiß man, zwischen welchen $^1/_{10}$ ccm Malzauszug die nötige Diastasemenge liegt, so kann man durch Wiederholung des Versuches mit z. B. 0,02, 0,04, 0,06, 0,08, 0,10 ccm Malzauszug die Diastase(Malz-)zahl noch genauer bestimmen. Lintner setzt nun die diastatische Kraft eines Malzes, dessen wässeriger Auszug in einer Menge von 0,1 ccm genügt, um die 5 ccm Fehlingscher Lösung entsprechende Menge Maltose zu bilden = 100. Werden z. B. von einem halbverdünnten Malzauszug 0,4 ccm gebraucht, um so viel Maltose zu bilden, daß 5 ccm Fehlingsche Lösung reduziert werden, so entsprechen diese erstens 0,2 ccm unverdünnten Auszuges und einer diastatischen Kraft, die halb so groß wie die Normalzahl Lintners ist, also = 50. Handelt es sich um Grünmalz mit 47 Proz. Wasser, also 53 Proz. Trockensubstanz, so entspricht die diastatische Kraft desselben ($50 : 53 = x : 100$) der Zahl 94,34.

Wie nun oben erwähnt, wurde versucht, den Malzauszug bei mehr der Praxis näherkommenden Bedingungen zu prüfen und arbeiten zu lassen und dabei nicht bloß die verzuckernde Kraft, sondern auch das Verflüssigungsvermögen zu bestimmen. Effront stellt dazu aus 5 g zerkleinertem Malz und 100 ccm 60° warmem Wasser durch Digestion bei 60° während 1 Stunde

und unter häufigem Schütteln einen Malzauszug her, der schnell abgekühlt und filtriert wird. Zur Bestimmung des Verzuckerungsvermögens führt Effront Kartoffelstärke unter 3tägiger Digestion mit einer 7,5proz. Salzsäure bei 40°, Abfiltrieren, Auswaschen und Trocknen in lösliche Stärke über, von der er eine 1proz. Lösung bereitet. 100 ccm davon mischt er mit 2,5 ccm Malzauszug und 57,5 ccm Wasser und digeriert 1 Stunde bei 60°. Nach schneller Abkühlung bestimmt man in der Flüssigkeit gewichtsanalytisch oder titrimetrisch die gebildete Maltose. Die Menge Maltose in Zentigramm, die 1 g Malz bildet, ist sein Ausdruck für die diastatische Kraft des Malzes. Erhält man mit 2,5 ccm des Malzauszuges (5 : 100) aus den 100 ccm 1 proz. Stärkelösung laut Titration oder Kupferoxydulreduktion 140 mg Maltose, so braucht man nur mit 0,8 zu multiplizieren, um den diastatischen Wert 112 zu finden, der sagt, daß 1 g Malz 112 cg Maltose aus der Stärke erzeugt.

Weit umständlicher ist die Bestimmung der Verflüssigungskraft, die er ausdrückt durch die Menge Stärke in Zentigramm, die nach seiner Vorschrift 1 g Malz (in seinem Auszug 5 : 100) zu verflüssigen vermag. Die Effrontsche Verflüssigungszahl erhält man dann einfach durch Division der Zahl 4000 durch die Anzahl der gebrauchten Kubikzentimeter Malzlösung. Brauchen wir 5,5 ccm Malzlösung (5 : 100) = 0,275 g Malz zur Verflüssigung von 2 g Stärke, so ist die Verflüssigungszahl 4000 : 5,5 = 727. Zur Ausführung 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 ccm Stärkemilch, von der je 5 ccm (= 2 g Stärke) in 8 Reagenzgläschen kommen und mit z. B. 2, 2,5, 3, 3,5, 4, 4,5, 5, 5,5, 6 ccm der obigen Malzlösung versetzt werden. Unterdessen werden in 8 Reagenzgläsern (190 mm hoch, 19 mm Durchmesser) je 14 ccm destillierten Wassers auf 80° vorgewärmt. Nun wird der Reihe nach jedes dieser 8 großen Röhrchen zum Kochen erhitzt und mit dem Inhalt eines der kleinen Reagenzgläser (Stärkemilch + Malzauszug) versetzt und das Ganze gut durchgerührt; das kleine Reagenzglas wird mit 1 ccm Wasser in das große ausgespült und dessen Inhalt nochmals gut durchgerührt. Jedes fertig gefüllte große Probierglas wird unter Notierung der Zeit 10 Minuten bei 80° gehalten, gut durchgerührt und 10 Minuten in ein Wasserbad bei 100° gebracht. Genau nach 10 Minuten wird auf 15° abgekühlt und auf den Verflüssigungsgrad geprüft. Als verflüssigt gilt der Inhalt des Röhrchens, der leicht und sofort ausfließt; geht die Entleerung wohl vollständig aber nach Art eines Sirups vor sich, so gilt das als nicht vollkommene Verflüssigung; die richtige Verflüssigungszahl liegt dann unter Umständen in der Nähe und ergibt sich aus den dazwischen liegenden Proben. Die Berechnung geschieht auf die Effrontsche Norm wie oben angegeben. Nach verschiedenen Arbeiten und Nachprüfungen haben sich — wie bei der Natur der zu bestimmenden Substanz vorauszusehen ist — Beanstandungen ergeben, die wieder von anderer Seite nicht bestätigt werden konnten. So erfreulich eine zuverlässige Bestimmung der Diastase nebst der der Verflüssigungskraft wäre, so schwer dürfte es halten, angesichts der so wenig bekannten Körper und deren wahrscheinlich kombinierten Tätigkeit Methoden festzulegen, die wirklich ein Bild der Praxis vorhersagen könnten. Wie oben bemerkt, dürfte für die Betriebspraxis — und deshalb vielleicht überhaupt — eine einfache Prüfung des diastatischen Verhaltens von Darr- oder Grünmalz bei einer Art von Extraktbestimmung zu empfehlen

sein und genügen, besonders wenn die Verzuckerungstemperaturen denen des Betriebes angepaßt werden, wie es der Verfasser durch Annahme der Temperatur von 62,5° empfiehlt und mit Erfolg in der Betriebskontrolle von Grün- und Darrmalz durchführt. Noch nicht lange ist es her, daß der Verfasser in einem Betriebe Schwierigkeit hatte, mit dem vorhandenen Grünmalz bei der Maische ohne starke Ausdehnung ihrer Dauer genügende Verzuckerung zu erhalten, das nach dem analytischen Befund der Diastasebestimmung einer Untersuchungsstation die beste und schnellste Verzuckerung hätte geben müssen, die auch nach der einfachen oben angegebenen Verzuckerungsprobe nicht zu erwarten war. Diese Probe also ging in Übereinstimmung mit dem mangelhaften Resultat des Betriebes. Eine Verlängerung der Keimdauer um einen Tag beseitigte den Mißstand.

Es ist ja bekannt, wie schwer es hält, nach einer bestimmten Methode selbst bei genauester Einhaltung der Vorschrift in solchen empfindlichen Untersuchungen wie auf Diastase in Kontrollversuchen gleiche Werte zu erhalten. Es spielen da eben eine Masse uns unbekannter Faktoren mit. Wo es sich also um Grünmalz handelt, das ja im eigenen Betriebe erzeugt wird, ist sachgemäße Arbeit die sicherste Gewähr für seine Wirkung. Und wo heute noch Darrmalz verwendet wird, handelt es sich auch vielfach um im Betriebe selbst gewonnenes Material: ist also das Grünmalz gut gewesen und die Darrung richtig vollzogen, dann ist die Analyse für den Brenner und Hefenfabrikanten unnötig. Wo es sich um Kauf von Darrmalz handelt, genügt eine Wasserbestimmung, Besichtigung der Blattkeimgröße, Prüfung auf Lösung und deren Gleichmäßigkeit mit dem Malz(Gersten-)schneider, Prüfung mit der Lupe auf grobe Verunreinigung durch Pilzwucherungen und mit dem Mikroskop auf schädliche Mikroorganismen durch Untersuchung des Waschwassers. Macht man dann noch eine einfache Verzuckerungsprobe mit Extraktbestimmung, bei der man die Verzuckerungsdauer bei 62,5° notiert, so kann man für Hefenbereitungszwecke, wenn all das stimmt, ruhig kaufen. Wo Zeit und Gelegenheit vorhanden ist, dürfte die Effrontsche Verzuckerungs- und Verflüssigungskraftbestimmung zu empfehlen sein, die wohl am meisten angewendet wird und ja auch Anhaltspunkte gibt. Doch möchte der Verfasser die Prüfung von Grün- oder Darrmalz auf Säure nicht unerwähnt lassen mittels 4stündiger Maceration von 100 g gemahlenem oder zerriebenem Malz mit 500 ccm 20proz. Alkohol (der vorher selbst genau zu neutralisieren ist) und Titration des Filtrates mit $^1/_{10}$ NaOH bis zur Neutralität. Die titrierte, auf Milchsäure berechnete Säure, soll bei Darrmalz 0,2 bis 0,25 Proz. nicht übersteigen. Bei Grünmalz soll die Säurebestimmung Zahlen ergeben, die etwa bei 0,4 Proz. liegen können. Ist im Grünmalz der Säuregehalt höher, so kann mangelhafte Mälzung schuld sein, vielleicht zu reichliche Weiche mit ungenügendem Wasserwechsel, so daß die Keimung zurückbleibt und auf der ungenügend gereinigten Gerste Bakterienkulturen angehen (Essigsäure); auch kann Unreinlichkeit auf der Tenne oder bei der Mälzerei vorliegen oder ungenügende Lüftung (Wendung) der Haufen; Dinge, die eigentlich heute auch im kleinsten Betriebe ausgeschlossen sein sollten.

Was nun die Ausbeute an Darrmalz anlangt, so kann man heute bei Anwendung moderner Weichen mit Lüftung und Benutzung der Luftwasserweiche gegen 78 kg auf 100 kg Rohfrucht erhalten. Meist wird als Mittelwert 75 Proz. angenommen, was auch dann richtiger ist, wenn, wie bei den

eiweißreichen Gersten ratsam, 10- bis 11tägige Keimung mit ihrem Substanzverlust gewählt werden muß, der sich allerdings bei der Trommelmälzerei wesentlich einschränken läßt.

Was nun die Malzkeime betrifft, so sind sie eine eingehende Besprechung wert, weil sie in hohem Maße heute nicht als Lockerungsmittel, wie anfänglich geglaubt, sondern als wichtiges Einmaischmaterial in Frage kommen. Da sie ein Produkt der Mälzereiarbeit sind, so ist leicht verständlich, daß nur diejenigen von sogenanntem Brennmalz, nieder abgedarrtem Malz, in Frage kommen, d. h. kommen sollten. Zu fordern wären also helle, lichte und lange Malzkeime, da sie ja immerhin auch als Lockerungsmaterial in Betracht kommen und so ihren Zweck besser erfüllen; des weiteren sollen sie wie das Malz angenehmen Geruch haben und staub- und schmutzfrei sein. Die Keime sind Träger von großen Mengen Mikroorganismen, wenn sie nicht einer gründlichen Reinigung unterzogen sind, ehe sie zum Versand kamen. Und selbst vorher gut gereinigte Keime bedürfen nach ihrer Ankunft, besser vor ihrer Verwendung in der Fabrikation noch einmal der Reinigung, wie sie weiter oben beschrieben wurde. Diese Anlagen sind sehr einfach und bedeuten eine Gefahrverminderung für den Betrieb, da sie dem wertvollen Material die unangenehme Beigabe der Mikroorganismen mit dem Staub, dem Sand und den Schmutzteilchen wegnehmen. Aus der Entwickelung der Keime ergibt sich von selbst, daß sie ein gut Teil der wertvollen Stoffe, die der Keimprozeß aus den Reservestoffen freimacht und zum Aufbau der Pflanze auf die Wanderschaft schickt, die aber von dem Wurzelkeim zum weiteren Ausbau nicht gebraucht wurden, in sich abgelagert enthalten. Ähnlich nun, wie die hohe Abdarrtemperatur das Grünmalz in seiner Wirkung schädigt, geht es auch den Keimen, deren Zusammensetzung dabei unliebsame Veränderung erfahren kann. Was die Keime für die Hefenfabrikation außer als Lockerungsmittel wertvoll macht ist ihr großer Gehalt an Proteïn, unter dem sich viele Amide befinden; diese Eiweißstoffe erleiden, wie im Malz, bei einer unrichtigen Darrung Veränderungen, die oft ihrer Zerstörung, wenigstens ihrer Verwertungsunmöglichkeit gleich kommen. Die Forderung: helle, lichte, lange Malzkeime ist durchaus gerechtfertigt. Zu beachten ist auch, daß Keime von höher abgedarrten Malzen nicht bloß den Hefennährwert nicht mehr besitzen, sondern Farb(Röst-)stoffe enthalten, die den Maischen und Würzen unliebsame Färbungen erteilen, unliebsame, weil die Hefe sehr gern Farbstoffe aufnimmt, also unter Umständen dunklere Färbung bekommt und weil manche Farb-(Röst-)stoffe etwas giftig auf die Hefe wirken können. Nun reicht das Angebot an heller, langer, sauberer Ware nicht aus für den Bedarf der Hefenfabriken, weshalb auf dunklere Keime da und dort zurückgegriffen werden muß, ja sogar auf Malzkeime des Auslandes. Der Handel kennt den Wert der hellen Keime für unsere Industrie und die Gründe dafür; deshalb ist es da und dort schon beobachtet worden, daß helle Keime ihre Farbe nicht sachgemäßer Darrarbeit, sondern einem Bleichprozeß mit schwefliger Säure verdanken (s. auch unter „Gerste“). Selbst bei Darrmalz, das besonders hell ist, ist künstliche Erzeugung der hellen Farbe schon des öfteren vermutet und bestätigt worden. Nach Reinke soll ein Malz, das mit Phosphorsäure im Kohlensäurestrom destilliert, laut Titration der vorgelegten Jodlösung einen Gehalt von mehr als 0,001 Proz. schwefliger Säure ergibt, als geschwefelt zu betrachten sein. Die Keime sind also stets auf Säure zu prüfen und zwar auf

Gesamtsäure nach der bei der „Gerste“ angegebenen Methode durch Maceration mit 20 Proz. Alkohol und Titration des Filtrates und dann auch nach der bei „Gerste“ angegebenen Methode auf schweflige Säure. Der Wert der Keime liegt außer in ihrem hohen Stickstoff- bzw. Amidgehalt auch in der günstigen Zusammensetzung ihrer Asche, die zu 50 bis 60 Proz. aus Kali und Phosphorsäure besteht. Vorsicht ist bei dem Kauf von Malzkeimen stets geboten; die großen Bedarfsmengen sind oft Sammelladungen aus allen möglichen Malzfabriken des In- und Auslandes; es ist deshalb genau auf Qualität zu prüfen. Wenn die Keime aus einer schlechten Mälzerei stammen — dem Verfasser kamen Malzkeime unter die Finger, die wegen eines abnormen Säuregehalts, der in 100 g einem Natronlaugeverbrauch von 12 ccm und auf Milchsäure berechnet 1,08 Proz. entsprach, zurückgewiesen werden mußten — können sie für unsere Zwecke direkt unbrauchbar sein. In den beanstandeten Keimen wurde schweflige Säure und Essigsäure nachgewiesen! Außerdem ist schon beobachtet worden, daß gebrauchte Keime wieder getrocknet in den Handel kamen; sie stellen dann ebenfalls helle Ware dar, sind aber natürlich wertlos. Außer den äußeren Merkmalen wäre also auf Säuregehalt und Bleichung durch schweflige Säure zu prüfen; eine Veraschung ist auch anzuempfehlen, da sie uns sicheren Aufschluß gibt über allenfalsige Auslaugung der Keime und Wiedertrocknung. Eine Stickstoffbestimmung ist ebenfalls sehr anzuraten, sie wird das Gesamtbild vervollständigen.

Je nach dem Gerstenmaterial und der Mälzung treten in der Zusammensetzung der Keime riesige Schwankungen auf. Ihre mittlere Zusammensetzung dürfte etwa folgenden Zahlen entsprechen:

Wasser	9,00 Proz.	Stickstofffreie Extraktstoffe	42,20 Proz.
Proteïn	23,60 „	Holzfaser	15,90 „
Fett	2,30 „	Asche	7,00 „

Dabei ist zu bemerken, daß der Eiweißgehalt zwischen 18 bis 32 Proz schwankend beobachtet wurde, ebenso die stickstofffreien Extraktstoffe zwischen 40 und 60 Proz. Merkwürdigerweise sind auch die Rohfasergehalte von sehr wechselnder Größe; als ziemlich beständig stellen sich in den Analysen Wassergehalt und Asche dar, welch letztere, wie schon erwähnt, reichlich zur Hälfte aus Kali und Phosphorsäure besteht.

Was nun die Verwendung der Keime anlangt, so kommen sie praktisch nur für die Preßhefenfabrikation in Betracht, bei der sie als Stickstoffnahrung für die Hefe mindestens ebenso gesucht sind, wie als Lockerungsmittel der Treber. Denn alle Ersatzmittel für sie, Maisfäden, Haferschalen usw. kommen trotz billigerem Preise weder als Lockerungsmaterial noch überhaupt als Nährstoffbringer in Frage. Alle Bemühungen, die so schwer in ausreichender Menge und guter Qualität zu bekommenden Malzkeime von ihrem Platze zu verdrängen, sind bis jetzt erfolglos gewesen. Dagegen konnten die Keime bis jetzt weder in der Dickmaischbrennerei noch im alten Wiener Hefenverfahren Eingang finden, was nach Lage der Dinge sehr begreiflich ist. Man würde sie auch in der Lufthefenfabrikation missen können, wenn man bei ihrer Verwendung nicht das Angenehme der ausgezeichneten Lockerung mit dem Nützlichen der wichtigen Hefenernährung verbinden könnte. Ihr Wegfall kommt in Frage, wo man nur Grünmalz aus Gerste mit etwas Roggen verarbeitet, was aber nur dann durchgeführt wird, wenn der Roggen sehr billig ist und die Keime teuer sind. Außerdem würde diese Arbeit für Großbetriebe

wie für Kleinbetriebe starke Mälzereibeanspruchung bedeuten, auf die die meisten nach der jahrelangen Maisverarbeitung nicht eingerichtet sein werden. Außerdem hat die Keimeverarbeitung mit Mais manche unbestreitbare Vorzüge in bezug auf die zu gewinnende Hefe, so daß man die kleinen Unannehmlichkeiten der Keimebeschaffung in guter Qualität gerne in Kauf nimmt.

2. Die Vorbereitung der Rohstoffe für ihre Weiterverarbeitung in der Fabrikation.

Wie des öfteren erwähnt, bildet die Grundlage der ganzen Gärungsindustrie, also auch der Hefenfabrikation, die Gewinnung einer maltosehaltigen Flüssigkeit mittels der im Malz erzeugten Diastase aus der Stärke und dem Eiweiß der Rohstoffe.

Unter diesen, wie sie zu Anfang des Buches besprochen wurden, nehmen nun die Melasse, die Schlempe und das Wasser insofern eine besondere Stellung ein, als sie die gewünschten Nährstoffe schon ziemlich oder ganz vorgebildet enthalten. Das Wasser ist — abgesehen von seinem Salzgehalt — eigentlich nur das Medium, das nach dem „corpora non agunt nisi fluida“ die Fabrikationsvorgänge vermittelt. Die Schlempe kommt ziemlich fertig nach der Entgeistung der Maische aus dem Brennapparat heraus und bedarf nur noch eines einfachen Koch- und Klärprozesses. Die Melasse enthält eine Menge vorgebildeten Zuckers, aber nicht einheitlicher und teilweise sehr unerwünschter Art; immerhin ist aber ihre Vorbereitung für die Verwendung zur Hefenbereitung verhältnismäßig einfach und hängt mit der Fabrikation innig zusammen, mit der sie dann besprochen werden muß.

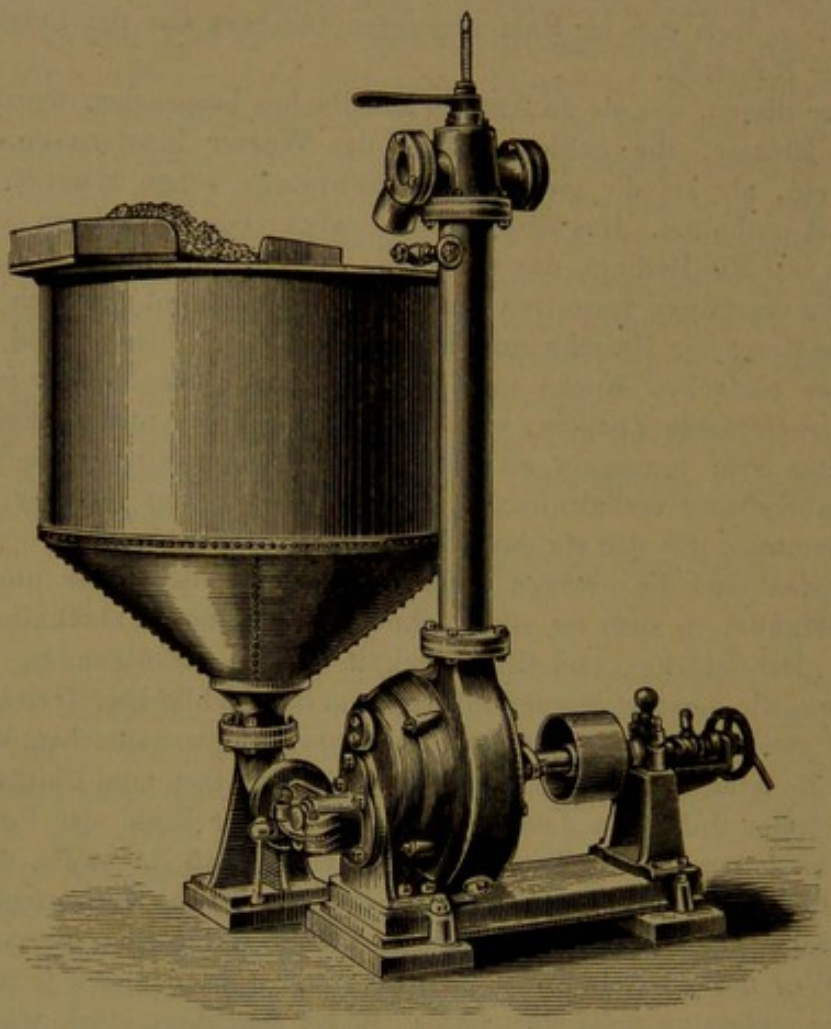
Dagegen sind die übrigen Rohstoffe, wie sie die Natur uns liefert, in einem Zustande, in dem sie nicht ohne weiteres zur Fabrikation gelangen können. Der Stärke- und Eiweißgehalt ist in schützenden Hüllen eingeschlossen, die zerstört werden müssen, um den Mehlkörper freizulegen. Dies kann auf zweierlei Weise geschehen und zwar auf mechanischem Wege, indem man den Rohstoff zerkleinert, oder ihn durch Erhitzen zum Platzen und dann den nun freien Inhalt in Lösung bringt. Bei der Wahl der Vorbereitungsprozesse ist besonders die Tatsache zu beachten, daß Rohstoffe, deren Eiweiß für die Hefe gewinnbar erhalten bleiben soll, einen Kochprozeß möglichst nicht durchmachen sollen. In solchen Fällen wählt man den rein mechanischen Weg der Zerkleinerung, der aber selbst wieder sich je nach Art des Rohstoffes anders zu vollziehen hat, z. B. bei feuchtem, stark wasserhaltigem Grünmalz anders als bei lagerfestem, hartem Getreide.

a) Die Zerkleinerung des Grünmalzes.

Durch die außerordentlich enzymatische Wirkung des Grünmalzes, die ebenso groß ist als die der gleichen Menge Darrmalz, ist fast die gesamte Gärungsindustrie dazu übergegangen, Gerste nur noch als Grünmalz zu verarbeiten. Um nun die in ihm vorhandenen Kräfte möglichst fein zu verteilen, ist es nötig, das Grünmalz je nach Zweck so zu zerkleinern, daß sich der ganze Korninhalt aus der Hülse entleeren kann. Die beiden Hefenbereitungsverfahren nun unterscheiden sich prinzipiell dadurch, daß das eine, das ältere, Schalen und Inhalt möglichst fein zerteilt haben will, während bei dem neueren Lüftungsverfahren die Schale erhalten bleiben muß, um als

Filtermaterial dienen zu können. Das war, als man zur Lufthefe überging, auf den vorhandenen Maschinen nicht so leicht möglich, weshalb die Grünmalzverarbeitung für das eine oder andere Verfahren mit anderen Apparaten geschah. Ursprünglich hat man im allein herrschenden alten Verfahren fast nur Darrmalz verwendet. Als das Grünmalz das Darrmalz zu verdrängen begann, brachte die Firma C. G. Bohm, Fredersdorf, ihren Malzmilchapparat in den Handel, der bis heute für seinen Zweck noch durchaus zweckmäßig ist, ganz besonders aber auch, weil die an ihm befindliche Maischmühle, die Seele des Malzmilchapparates, sich sehr vielseitig verwenden läßt, da sie gleich-

Fig. 68.

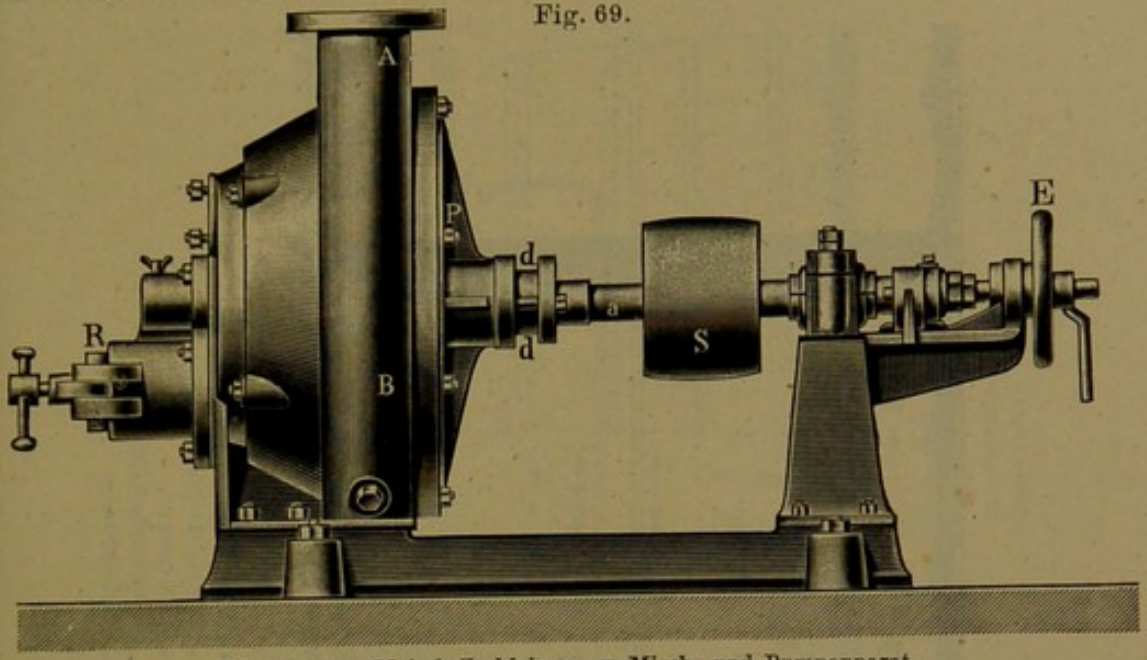


Malzmilchapparat.

zeitig Pumpe und Mühle ist. Fig. 68 zeigt den Malzmilchapparat. Von oben wird das ganze Grünmalz eingeschüttet und mit Wasser zusammen durch den Konus in die mit ihm in Verbindung stehende Maischmühle und Pumpe gesaugt (Fig. 69 und 70). Diese Maischmühle besitzt auf der von *D* nach *C* gehenden Stahlachse eine Flügelscheibe, die im Gehäuse *B* läuft. Durch ihre Rotation saugt sie aus dem Konus das Grünmalz mit Wasser an, welche beide durch den konischen Teil der Maischmühle treten müssen, ehe sie in den Raum *B* gelangen. Der konische Teil enthält eine ihm angepaßte Mahlfläche, auf der eine Mahlscheibe läuft, die mit dem in *B* rotierenden Flügelrad verbunden ist. Mit Rad *E* und Hebel *D* ist die Mahlscheibe zur Mahlfläche verstellbar, so daß eine ganz nach Belieben feine Mahlung erzielt werden kann. Anfäng-

lich, wenn das ganze Grünmalz mit Wasser eingesaugt wird und die Mühle deshalb große Arbeit hat, stellt man sie etwas weiter; ist dann alles Grünmalz zugeführt und schon etwas zerrissen, dann stellt man die Mühle enger, bis die Malzmilch den gewünschten Feinheitsgrad hat. Diese Arbeitsweise ist einzuhalten, weil sie die Arbeit nicht bloß beschleunigt, sondern auch in

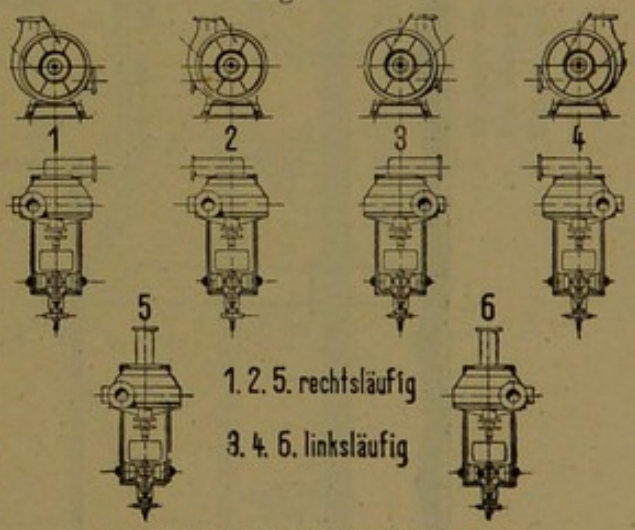
Fig. 69.



Kombinierter Maisch-Zerkleinerungs-Misch- und Pumpapparat.

bezug auf Kraftaufwand besser stellt. Es ist klar, daß man das ganze Grünmalz nicht plötzlich in einen feinen Brei zermalmen kann, ohne unnötige Kraft zu verbrauchen! Das über der Mühle befindliche Steigrohr gibt durch einen Dreiweghahn-Aufsatz, in dem ein Thermometer sich befindet, die Möglichkeit, so lange als die Malzmilchbereitung dauert, das aus dem Behälter angesaugte Mahlgut wieder in den Apparat zurückzupumpen; ist die Malzmilch genügend fein, so kann sie direkt im Apparat weiter mit anderem Getreide verarbeitet oder durch Stellung des Hahns auf dem Steigrohr ganz nach Bedarf in einen anderen Apparat gepumpt werden. Der Apparat von Bohm liefert in kurzer Zeit aus dem ganzen Grünmalz eine milchartige Masse, die außer den Hülsen, dem Blatt- und Wurzelkeime selbstverständlich den Mehlkörper in feinster Verteilung enthält. Die enzymatischen Kräfte sind also so vollkommen als möglich für die kommende Arbeit verteilt. Fig. 71 und 72 zeigen deutlich, welche vielseitige Arbeit diese Bohmsche Mühle leisten kann, wozu nicht wenig beiträgt, daß sie laut Fig. 70 in allen möglichen Arten gebaut wird und sich deshalb leicht überall anbringen läßt. Wir werden später bei der Hefenfabrikation selbst noch

Fig. 70.



Verschiedene Bauarten der Maischmühle.

öfter von ihr sprechen müssen. An der Maischmühle sind Stutzen angebracht, durch die Dampf und Wasser zugeleitet werden können, so daß jederzeit ihre gründliche Reinigung möglich ist. Auch sind die Einzelteile der Pumpe leicht auswechselbar. Wo es sich aber darum handelt, das Grünmalz so zu zerkleinern, daß wohl der Mehlkörper freigelegt wird, aber ohne

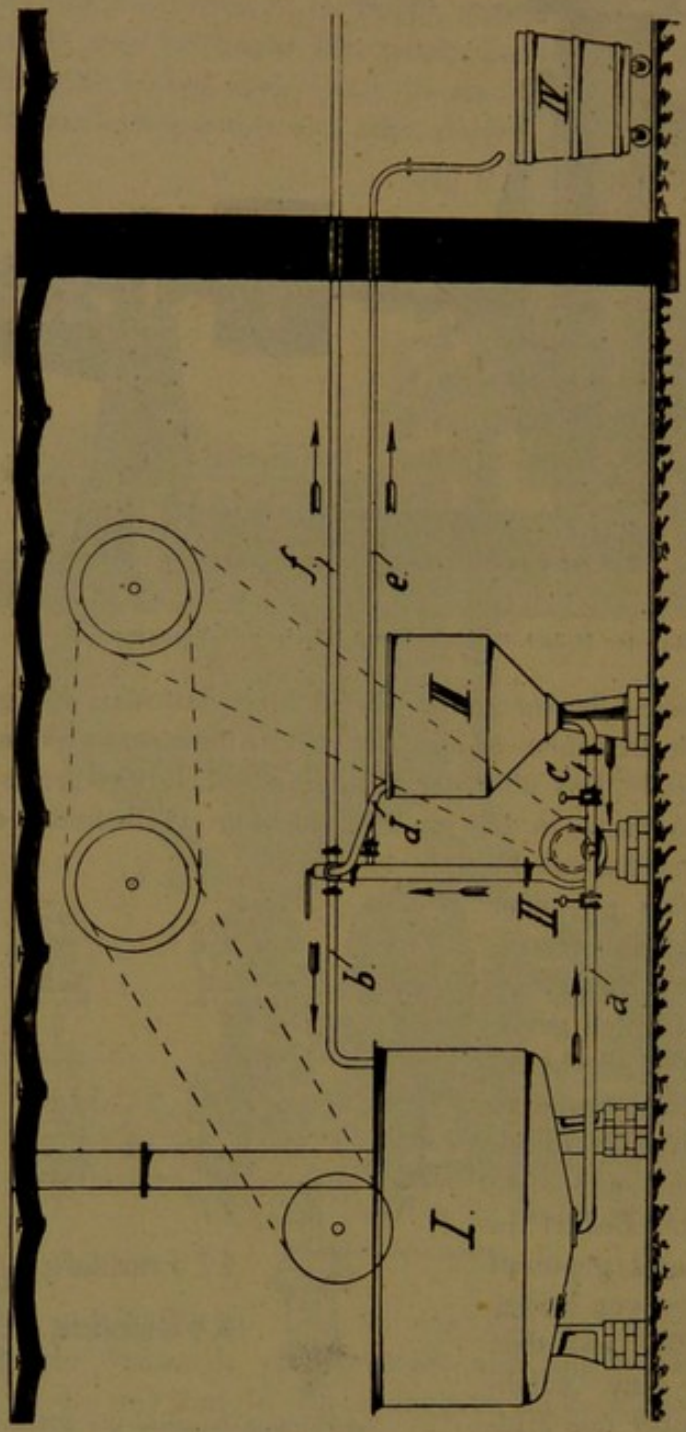


Fig. 71.

Es bezeichnet: Der Apparat arbeitet durch:

I. Vormaischbottich, *a* und *b* als Maischmühle,
II. Maischmühle, *c* „ *d* „ Malzquetsche,
III. Einteigbottich, *c* „ *b* „ Malzpumpe,
IV. Hefengefäß. *c* „ *e* „ Hefenmaischapparat,
c „ *f* „ Maischpumpe.

eine Zerreißung der Hülsen, die im neuen Verfahren als Filtermaterial dienen sollen, muß man die sogenannten Grünmalzquetschen verwenden: Maschinen, bei denen das Grünmalz durch eine Speisevorrichtung zwischen zwei gegeneinanderlaufende Stahlwalzen läuft, deren Oberflächen entgegengesetzt geriffelt sind. Nachstehend (Fig. 73, a. S. 180) eine Grünmalzquetsche der Mühlenbauanstalt Amme, Giesecke & Konegen, A.-G., Braunschweig. Die Maschine ist überall leicht zugänglich. Rechts und links an den beiden Handrädern sind

die beiden Walzen gegeneinander verstellbar, damit man den gewünschten Feinheitsgrad des Grünmalzes regulieren kann. Außerdem kommt es vor, daß außer Grünmalz noch andere Stoffe darauf gequetscht werden müssen, was aber nicht zu empfehlen ist, dann müssen die Walzen auf die Korngröße der verschiedenen Rohstoffe umstellbar sein wie auch auf die verschiedene

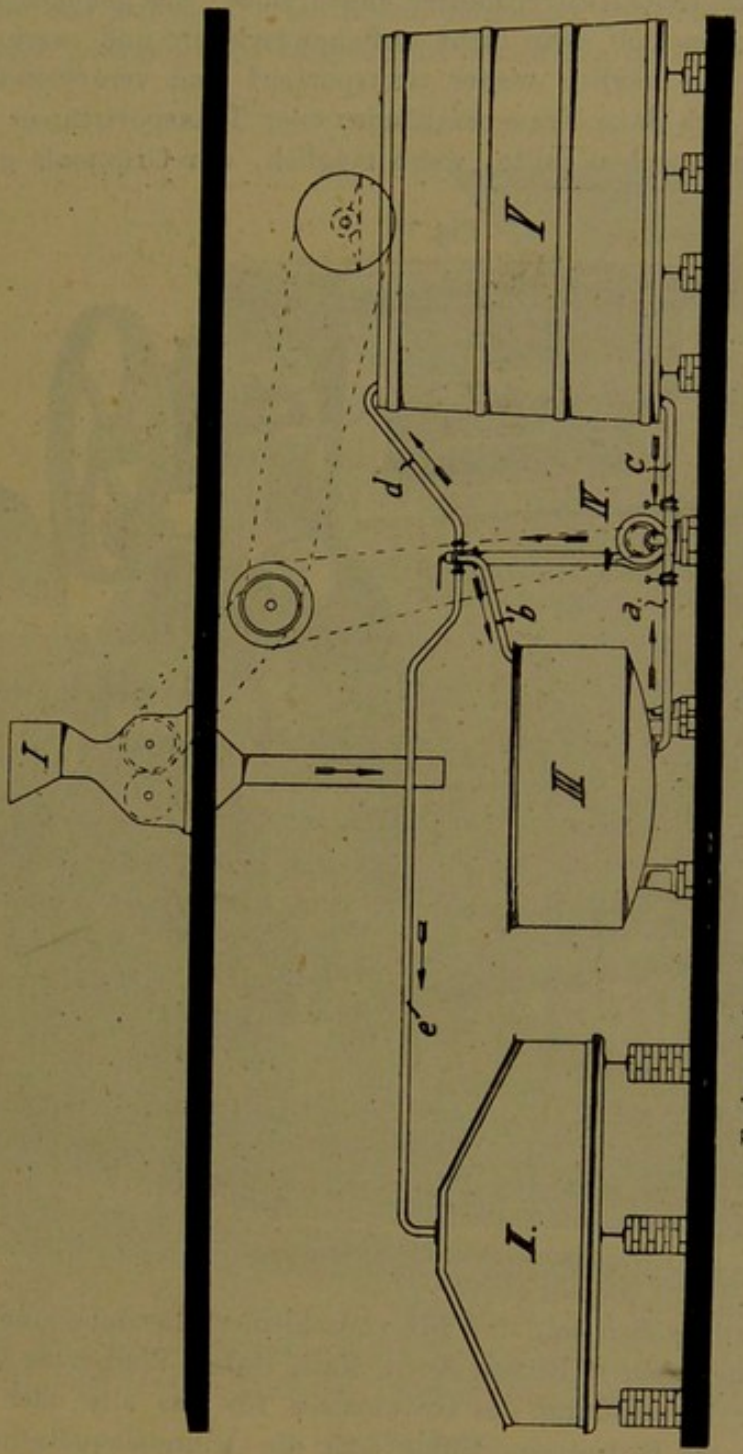


Fig. 72.

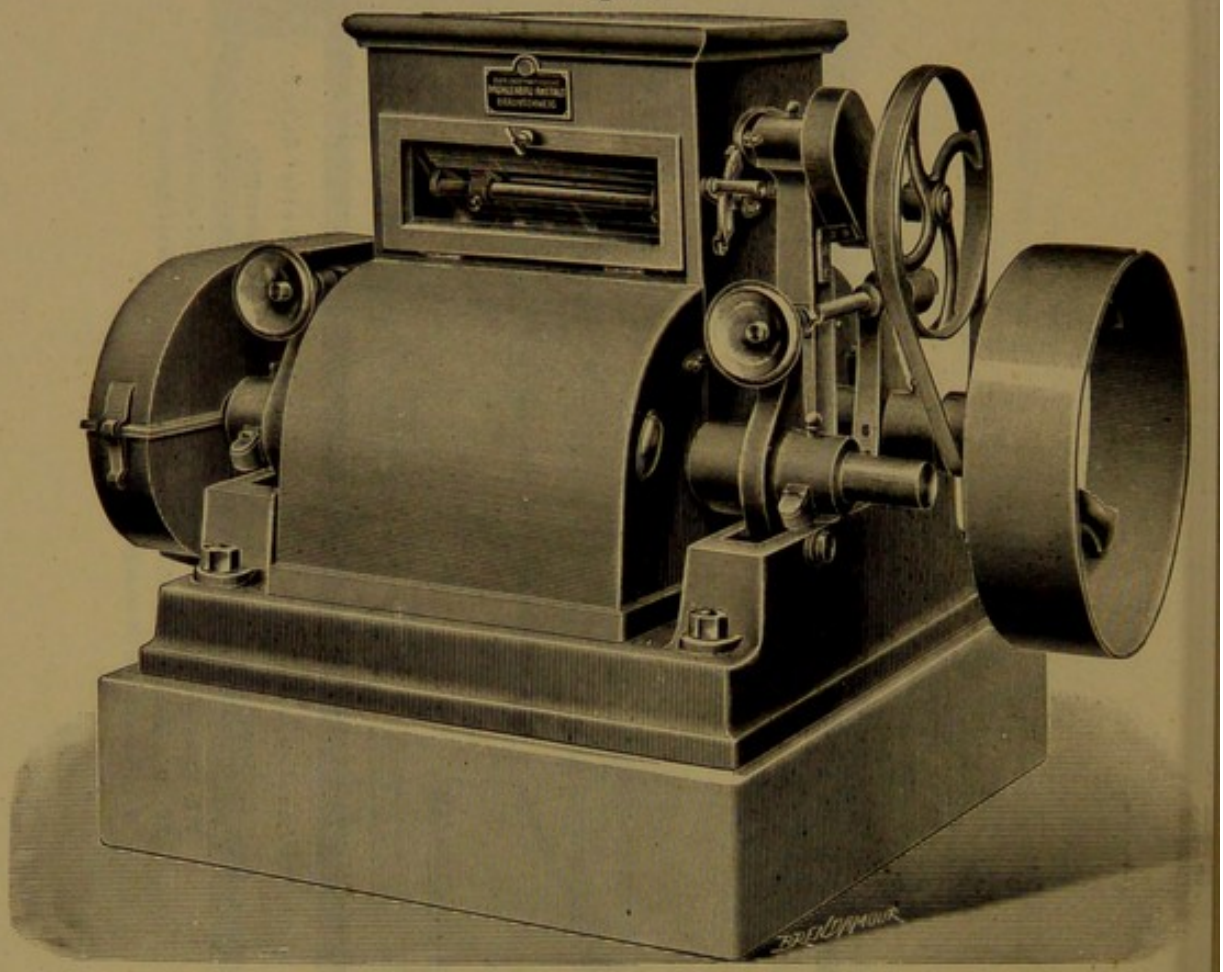
Es bezeichnet:
I. Malzquetsche,
II. Läuterbottich,
III. Einteigbottich,
IV. Die Malzmühle selbst,
V. Maisch- und Säurungsapparat.

Der Apparat arbeitet durch:
a und b als Malzmühle,
a „ d „ Malzpumpe,
c „ d „ Maischmühle,
c „ e „ Maischpumpe.

Korngröße des Grünmalzes aus wechselnder Gerste. Bei richtiger Quetschung soll jedes Korn gerade plattgedrückt sein, so daß ringsum der Mehlkörper zwischen den zwei Schalenhälften herausgepreßt erscheint. Außerdem ist der Zulauf zu regulieren, da die Quetschen nur für bestimmte Leistungen ihrer jeweiligen Größe gebaut sind; bei allzu starkem Zulauf müßten die Arbeitswalzen allenfalls etwas weiter gestellt werden, was aber wieder zur Folge hätte, daß einzelne Körner ungedrückt die Walzen passieren. Die Hauptsache

ist, daß durch sachgemäße Arbeit des Verteilers über den Walzen das Grünmalz in gleichmäßig starkem Regen zwischen die Walzen fällt, so daß diese stets etwa die gleiche Spannung haben und auch gleichmäßig quetschen. Da der breiige Inhalt des Grünmalzes schmieren, die geriffelte Oberfläche der Walzen belegen würde, sind unten an denselben eng anliegende, durch Gegengewichte angepreßte Abstreifmesser angebracht. Das gequetschte Grünmalz muß nun, da es sich sehr dicht aufeinanderlegen und rasch erhitzen würde, so schnell wie möglich weiter transportiert und verarbeitet werden. Am besten eignen sich dazu Transportbänder oder Transportrinnen (Fig. 48). Auf den Grünmalzquetschen sollte, wenn möglich, nur Grünmalz gequetscht

Fig. 73.



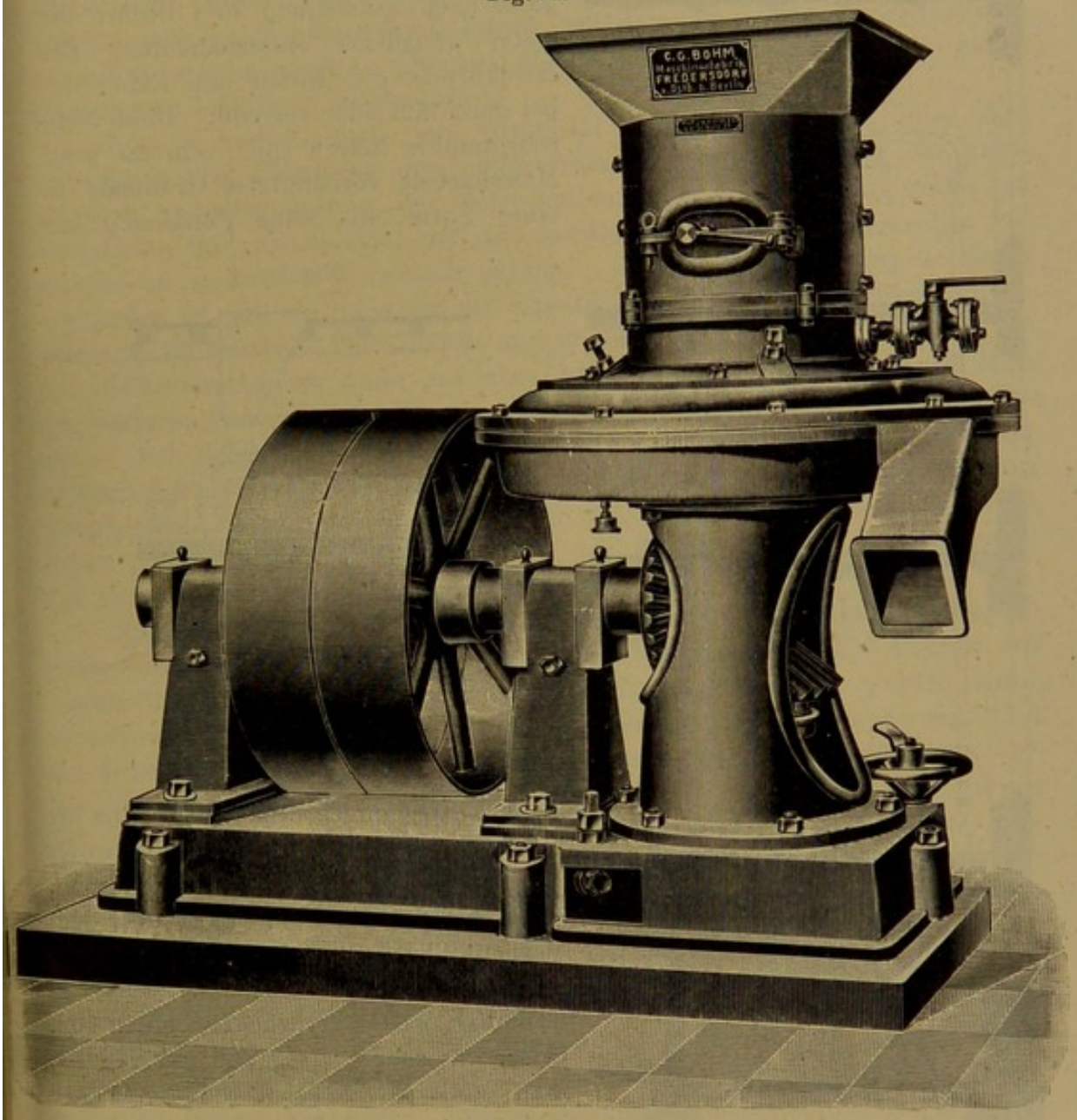
Grünmalzwalzenstuhl(-Quetsche).

werden, obwohl zugegeben sei, daß für viele kleinere Betriebe eine besondere Maschine zum Quetschen z. B. von Korn, Mais, Hafer, Weizen zu teuer käme.

Je nach der Verwendung des Grünmalzes für das alte oder neue Verfahren wird also die Bohmsche Mühle oder die Grünmalzquetsche zur Verwendung gelangen. So sorgfältig auch die besten Quetschen konstruiert sind, so haben sie doch den prinzipiellen Fehler, daß die Berührungsfläche und -zeit des Grünmalzes mit den zwei Quetschwalzen zu gering sind, daß also bei bester Einstellung Verluste durch Passieren ganzer Körner möglich sind. Die Firma C. G. Bohm hat nun mit ihrer Naßschrotmühle (Fig. 74, 75 und 76) einen Apparat in den Handel gebracht, der geeignet sein dürfte, die Malzquetsche etwas zu verdrängen und vielleicht auch für manche Zwecke die alt-

bewährte Maischmühle. Bei der Naßschrotmühle soll das vermieden werden, was bei der besten Grünmalzquetsche der Fall sein kann, daß das Grünmalz nur sehr kurze Zeit und nur auf einer äußerst geringen Fläche mit den Walzen in Berührung kommt und in einzelnen Körnern ungequetscht passiert; denn der Regen von Grünmalz kann noch so technisch vollkommen gleichmäßig sein und auf die Walzen fallen, deren eine gefedert gelagert ist, um gegebenenfalls nachgeben zu können; ein einseitiger größerer Druck infolge un-

Fig. 74.

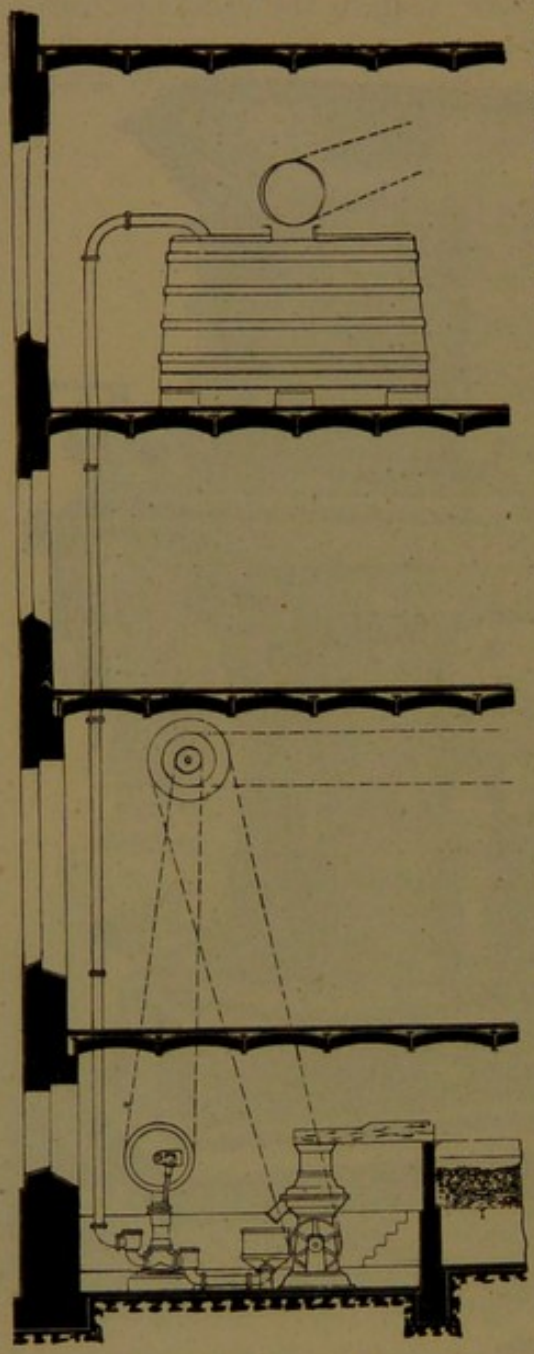


Naßschrotmühle.

regelmäßigen Einlaufs von Grünmalz würde eventuell auf der anderen Seite bei entsprechender Öffnung der Walzen verschiedene Grünmalzkörner unverletzt durchgehen lassen. Bei der Naßschrotmühle kann jedes Passieren von unverletzten Körnern ausgeschlossen sein. Das ganze Grünmalz fällt von oben in den Aufsatz der Mühle, die eine Speise- und Zerreißvorrichtung enthält, durch die das Grünmalz gleichmäßig den zwei wagerecht übereinander rotierenden Mahlscheiben mit dem seitlich einströmenden Wasser zugeführt

wird. Durch Regulierung des Wasserzuflusses und des Abstandes der Mahlscheiben kann eine Grünmalzverarbeitung von jedem Feinheitsgrad erhalten werden; also ebenso eine Malzmilch für das alte Verfahren mit völlig zerschlissenen Hülsen, Blatt- und Wurzelkeimen, wie für das neue eine solche, bei der nur der Mehlkörper in feinster Verteilung bei noch erhaltenen Hülsen vorliegt, die dann etwa wie Spreu aussehen.

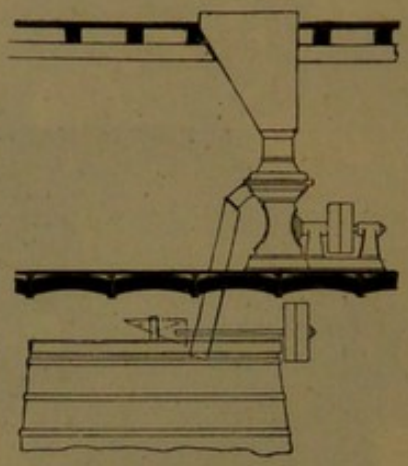
Fig. 75.



Naßschrotmühle in der Mälzerei, für Transport des Naßschrotes aufgestellt.

Wir haben also in der Naßschrotmühle den Grünmalz-Zerkleinerungsapparat, der ganz nach Einstellung und Bedarf bei steter gänzlicher Ausschlämmung des Mehlkörpers die Hülsen und Keime dabei ganz läßt oder verreibt. Diese Naßschrotmühle liefert somit ein zu jeder Maischarbeit vorbereitetes Grünmalz in einer Form, die seine Förderung auf

Fig. 76.



Naßschrotmühle als Ersatz für Quetsche.

weite Entfernungen ermöglicht. Die oft schwierige Frage des Malztransportes ist nun gelöst; die Naßschrotmühle kann, wo es beliebt, wie die Quetsche über dem Vormaischbottich oder dem Apparat aufgestellt (Fig. 76) werden, in dem das Grünmalz weiter verarbeitet werden soll. Oder, was sehr wichtig und wertvoll ist, man stellt die Naßschrotmühle in der Mälzerei so auf, daß das Grünmalz direkt in sie oben eingeleert werden kann und dann von da, wie aus Fig. 75 ersichtlich, mittels einer eigens dazu gebauten Pumpe als eine nach Bedarf einstellbare Malzmilch weiter geleitet werden kann. Die Schwierigkeit des Grünmalztransports in die verschiedenen Räume der Fabrikation ist auf diese Weise umgangen. Das von der Naßschrotmühle verarbeitete Grünmalz fällt zunächst in einen Behälter, aus dem die Pumpe den Malzbrei ansaugt und weiter drückt. Es ist von jeher beklagenswert gewesen,

daß trotz größter Sorgfalt im Betriebe bei bestem Malz und vollkommensten Apparaten ein Teil der Rohstoffe sich der Ausnutzung zu entziehen verstand; im alten Verfahren, wo die völlige Zerkleinerung derselben einschließlich Rohfaseranteile angängig und geboten war und ist, konnte man sich schon mit dem Malzmilchapparat und der bekannten Maischmühle helfen, die man während des Maischprozesses arbeiten läßt, und eine innige Vermischung, Zerreibung und Aufschließung damit erzielen. Für das neue Verfahren war dieser so aussichtsreiche Weg nicht recht zu begehen, weil die Mahlarbeit der älteren Bohmschen Mühle, wenn die Mahlflächen nicht weit gestellt wurden, eine Zerschleißung der Rohfaser bedeutete, die sie für den Filtrationsprozeß ungeeignet machte. Die neue Bohmsche Naßmühle ändert die ganze Sachlage zu allseitiger Zufriedenheit.

Wer sie besitzt, kann sein Grünmalz ganz nach Wunsch unter Zerschleißung oder Erhaltung der Rohfaserteile je nach Einstellung der Mahlscheiben und Regulierung des Wasserzulaufs zu einem leicht weiter zu fördernden Brei verarbeiten, der den Mehlkörper mit seinen wertvollen Bestandteilen in feinster Verteilung enthält. Wo die ältere Bohmsche Mühle vorhanden ist, soll sie ruhig für die eigentliche Maischarbeit zu deren Unterstützung als wertvolle Hilfe stehen und in Benutzung bleiben.

Selbstverständlich kann auf oben beschriebenen Apparaten auch Malz aus anderem Getreide verarbeitet werden, etwa Roggen-, Hafer- und Weizenmalz. Bei richtiger Stellung der Mahlflächen der Naßschrotmühle oder der Walzen der Grünmalzquetsche läßt sich auch gemälzter Mais ganz gut darauf verarbeiten. Wenn auch dieser Fall für uns in Deutschland noch in Frage kommt, so wird man doch kaum Malz aus Roggen, Weizen und Hafer in der Hefenfabrikation aus leicht begreiflichen Gründen antreffen.

Bemerkt sei hier auch, daß z. B. auch eingeweichter und zum „Spitzen“ gebrachter Roggen, wie er in der Lufthefenfabrikation fast überall zur Verarbeitung kommt, auf der Grünmalzquetsche zerkleinert werden kann, obwohl die Roggenquetschen sonst mit glatten Walzen gebaut werden. Mit der Grünmalzquetsche kann auch Darrmalz verarbeitet werden, wenn es vorher einige Zeit mit Wasser angefeuchtet worden ist, damit durch Verstaubung bei der Quetschung keine Verluste und Verunreinigungen des Raumes eintreten und außerdem die Hülsen ganz bleiben. Außerdem kann Darrmalz auf nassem Wege sehr gut mit der Naßschrotmühle der sachgemäßen Zerkleinerung unterworfen werden, soweit es im Lufthefenverfahren zur Verwendung gelangt. Doch dürfte zweckmäßigerweise das Arbeitsgebiet so zu beschränken sein: Die Naßschrotmühle gilt als Grünmalz-Verarbeitungs- und -Förderungsmaschine; sie kommt deshalb am besten in die Mälzerei selbst oder daneben in deren Apparatraum zu stehen und ersetzt mit der ihr angefügten Pumpe alle bisher nötigen Grünmalztransportmittel zu den Vormaischern. Das übrige nicht gemälzte Getreide wird wie üblich mit der Quetsche oder einer Naßschrotmühle, die über dem Vormaischer steht, verarbeitet, soweit es sich um das Lüftungsverfahren handelt. Die ältere Bohmsche Mühle bleibt der unterstützende Faktor des Maischprozesses, wovon später zu sprechen ist.

b) Die Zerkleinerung des Darrmalzes durch Schrotung.

Aus vorstehendem haben wir zu entnehmen, daß Darrmalz, soweit es für das neue Verfahren in Frage kommt, etwas angefeuchtet mit der Grünmalzquetsche zu zerkleinern ist, angefeuchtet deshalb, weil bei der Zerkleinerung die Schalen erhalten bleiben sollen, die bei trockener genügender Quetschung zu sehr gespalten und zerrissen würden.

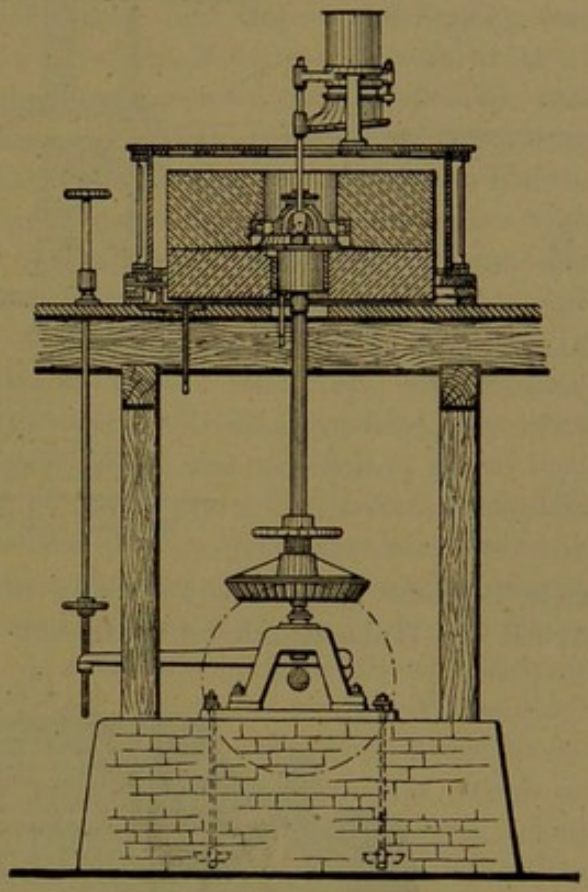
Nun wird aber Darrmalz noch im alten Verfahren verwendet, bei dem die Vergärung der aufgeschlossenen Rohstoffe zugleich mit den Hülsenanteilen vor sich geht. Diese können dann ziemlich fein zermahlen sein. Nun kommt bei der trockenen Vermahlung von Darrmalz in Betracht, daß es durch den Aufschließungsprozeß der Mälzung einen leicht zermahlbaren Mehlkörper enthält, und es dadurch erleichtert, richtig zerkleinertes Material zu bekommen. Den Vorgang der trockenen Zerkleinerung nennt man Schroten, eine Arbeit, die bis in die neueste Zeit mit Hilfe von Steinen vorgenommen wurde, wie sie seit alters her in der Müllerei im Gebrauch waren, nur daß man noch eine Vorschrotung, Vorzerkleinerung mit der Zeit eintreten ließ, um die Steine etwas mehr zu schonen. Ursprünglich gelangte das Mahlgut direkt auf die Steine, die anfänglich weiter auseinandergestellt wurden. Das Getreide oder anderes Rohmaterial wanderte dann einige Male wieder in den Mahlgang zurück, der, entsprechend enger gestellt, dann allerdings ein Produkt von gewünschter Feinheit lieferte. Später kamen dem Mahlgang Vorschroter zu Hilfe, aus denen sich die sogenannten Walzenstühle entwickelten, die heute die Arbeit allein und ganz nach Wunsch zu leisten vermögen. Die Müllerei und Schroterei ist dadurch viel einfacher und billiger geworden; denn die steinernen Mahlgänge waren kein billiger Betrieb.

Diese Mahlgänge bestehen aus zwei übereinander angebrachten zylindrischen Steinblöcken, zu denen als bestes Material ein französischer Quarz genommen wird. Die einzelnen Stücke werden durch Bindemittel zusammengehalten und bilden meist nur den Teil des Steinzylinders, der Arbeit zu leisten hat. Mahlsteine aus einem Stück Quarz sind auch um entsprechendes Geld zu haben. Am Rande sind sie mit starken eisernen Reifen eingefaßt, um der Zentrifugalkraft entgegenzuwirken, die besonders bei aus Stücken zusammengesetzten Steinen zum Zerreißen führen kann, da die Umdrehungszahl ziemlich groß ist. Von den beiden Mahlsteinen läuft bloß der eine, wozu meist der obere gewählt wird (Oberläufer). Der laufende Stein ist auch aus härterem Material als der ruhende Stein gefertigt, dessen Beanspruchung geringer ist. Natürlich müssen die Steine mit Vertiefungen versehen sein, damit das Mahlgut sich nicht einfach der drehenden Bewegung des Steines anschließt, sondern zurückgehalten und von dem darüberfliegenden Stein zerrissen wird. Die Steine sind geschärft und zwar so, daß die eingehauenen Vertiefungen der Steine einander entgegengesetzt laufen.

Sehr wichtig ist die Art der Aufhängung des sich drehenden Steines, der immer horizontal laufen, aber einem zwischen die Steine gekommenen Hindernis für den Augenblick durch eine kleine Hebung muß ausweichen können. Die Schärfung verläuft in Rillen, die so von innen nach außen ziehen, daß auch das Mahlgut diesem Wege unbedingt folgen muß. Je nach der Art des Mahlgutes werden diese Rillen stärker, tiefer gearbeitet. Die Arbeit des Steines

verursacht eine starke Reibung, die bedeutende Wärme erzeugt, weshalb die Steine von der hölzernen oder eisernen Schutzhülle ab durch Rohre mit Exhaustoren in Verbindung stehen, die die Lufterneuerung besorgen und die mehlstaubgeschwängerte Luft in Staubfilter führen, aus denen das mitgenommene Mehl wieder gewonnen werden kann. Eine Ventilation bei der Schroterei ist sehr wichtig, da die mit Mehlstaub angereicherte heiße Luft innerhalb des Mahlganges sehr zu Explosionen neigt. Solche Mahlgänge werden noch häufig angetroffen, besonders da, wo noch nach dem alten Verfahren gearbeitet und die Schrotung des Trockengetreides erforderlich wird. Nachstehend in Fig. 77 und 78, zwei Mahlgänge der Firma Bohm, Fredersdorf, der eine mit Riemen- (Fig. 78, a. f. S.), der andere (Fig. 77) mit Zahnradantrieb.

Fig. 77.



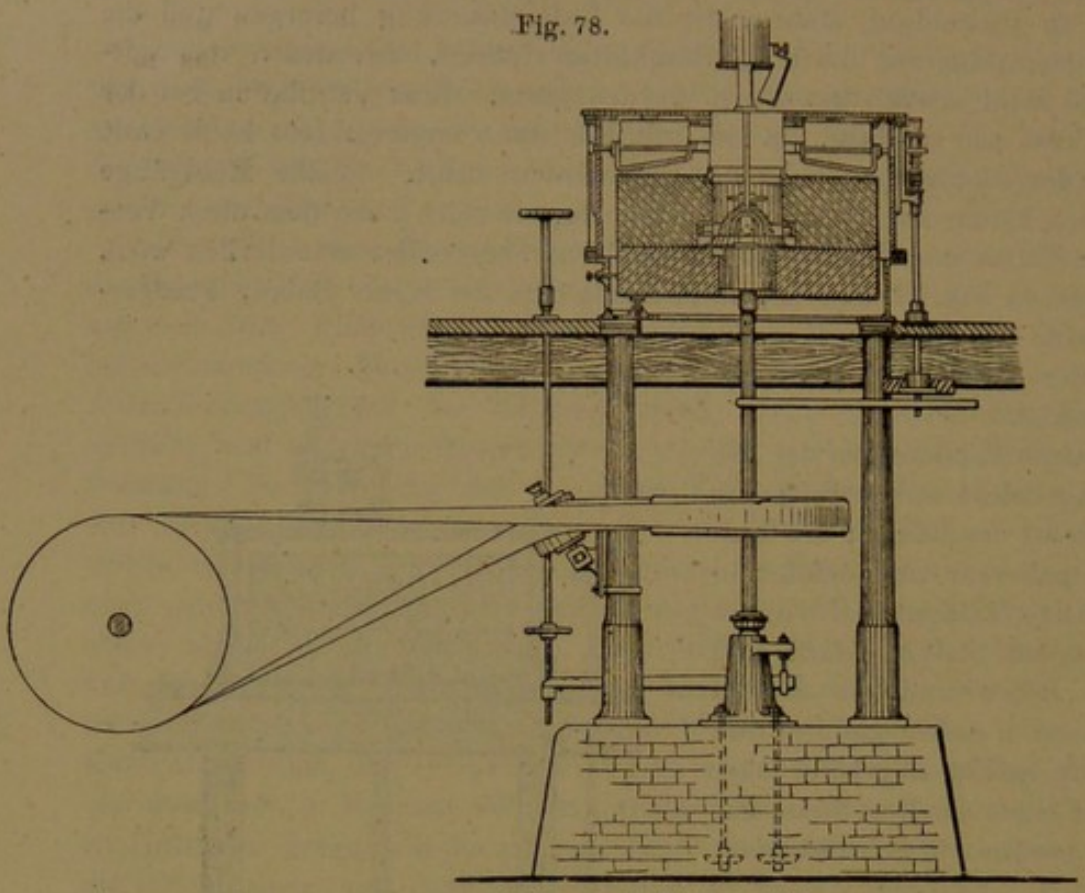
Mahlgang mit konischem Antrieb.

Aus den Abbildungen ist die Einrichtung leicht ersichtlich; der obere Stein ist der Läufer; der Einlauf ist regulierbar und erfolgt in die Mitte; das Mahlgut wird durch die rotierenden Steine gefaßt und durch die Rillen und die Zentrifugalkraft nach außen geführt und von dort endgültig abgeleitet oder kommt auf einen zweiten Stein, der dann die gewünschte Schrotfeinheit bringt.

In den weitaus meisten Fällen aber stellt man heute zur Schrotung, zumal für den Großbetrieb, keine Steine mehr auf, sondern verwendet nur noch sogenannte Walzenstühle: Maschinen, deren Hauptbestandteil zwei gegeneinander laufende Walzen sind, die an der Oberfläche der Länge nach, aber etwas ansteigend, linienförmige Vertiefungen tragen, geriffelt sind. Diese Riffelung bietet dem Mahlgut Widerstand und läßt die Walzen besser angreifen, weshalb sie beide eine entgegengesetzt laufende Riffelung haben. Meist besitzen diese Walzenstühle über dem großen Riffelwalzenpaar ein kleineres, das die Vorbrechung des Mahlgutes besorgt, so daß die Hauptwalzen gleich durchgreifendere Arbeit verrichten können. Sonst werden auch häufig zwei solcher Walzenstühle benutzt, deren einer die gröbere Schrotung, der andere die gewünschte Feinschrotung besorgt. Diese neueren Maschinen sind sehr widerstandsfähig, bedürfen wohl nach langer Zeit wieder einer Riffelung ihrer Walzen, aber nicht so oft, wie die Steine des Schärfens. Der Kraftverbrauch spricht auch zugunsten der Walzenstühle, die sehr bequem auf jeden Schrotungsgrad sich einstellen lassen. Umstehend (Fig. 79) eine Malzschrotmühle, die verschließbar eingerichtet ist, weil in vielen Staaten die Biersteuer vom verarbeiteten Malz erhoben wird und in diesem Falle die Verarbeitung

von Darrmalz zu anderen als Bierbereitungszwecken wohl steuerfrei auf Antrag ist, aber unter steuerlicher Kontrolle steht; ein Grund mit, warum

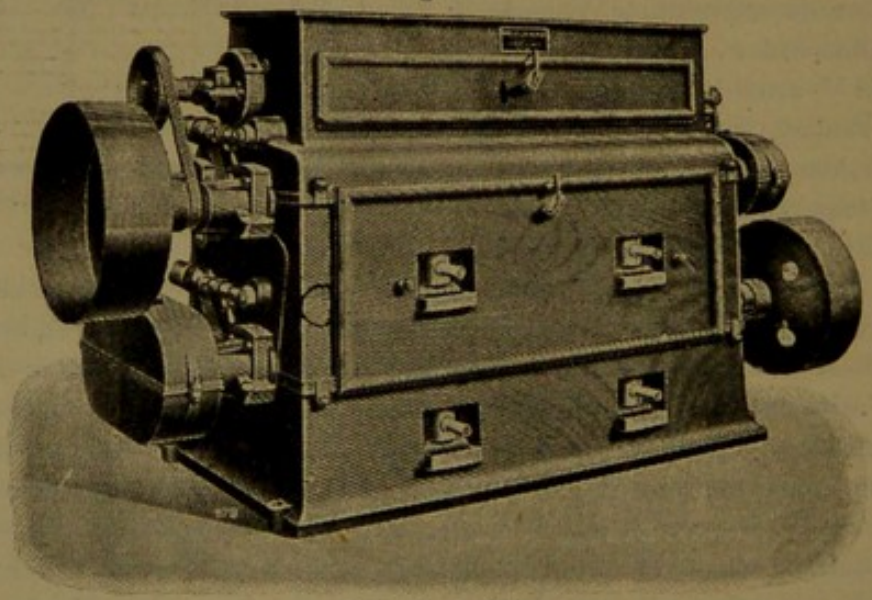
Fig. 78.



Mahlgang mit Riemenantrieb.

viele Betriebe ganz vom Darrmalz sich abgewendet haben. Auch bei der Arbeit der Walzenstühle ist Ventilation wegen der starken Erwärmung nötig,

Fig. 79.



Malzschrotmühle.

wenn auch nicht in dem Maße, wie bei den Steinen. Selbstverständlich aber muß das zur Schrotung kommende Mahlgut so weit gereinigt sein, daß keine gröberen Teile mehr darin sind, die trotz sorgsamstem Bau der Steine

oder federnder Lagerung der Walzen sehr unangenehme Folgen zeitigen können. Wie bei „Darrmalz“ bereits erwähnt, schließt sich an den Darrprozeß zweckmäßigerweise eine gründliche Reinigung und Polierung des Darrmalzes an, so daß es in diesem Falle wohl dann ohne weiteres der Schrotmühle zugeführt werden kann. Trotzdem haben viele Mahlgänge und Walzenstühle noch im Einlauf eingebaute Magnete, die Eisenteile zurückhalten, die allenfalls unterwegs wieder hineingekommen sein können (kleine sich irgendwo lösende Schräubchen, Muttern, Nägel). Das Darrmalz selbst macht bei der Schrotung geringste Arbeit; der von der Mälzung her etwas aufgeschlossene Mehlkörper ist ja bei sachgemäßem Malz leicht zerreiblich; je mehr allerdings das Malz Wasser angezogen hat, desto zäher wird es und verarbeitet sich schwerer. Was nun den zu gewinnenden Malzschrot anlangt, so soll die Schrotung nicht so weit gehen, daß Mehlkörper und Hülsen gleichmäßig zerrieben sind. Der Mehlkörper soll fein aus den Hülsen ausgemahlen sein: die Hülsen müssen fein zerschlissen, aber noch so weit ganz erscheinen, daß das eigentliche Mehl wenig fein zerschlissene Hülsen enthält, daß also beim Absieben sich der fein gemahlene Mehlkörper leicht von den zerrissenen Hülsen trennen ließe. Die feinen Hülsen müssen dabei rein erscheinen, also vom Mehlkörper möglichst befreit sein. Es ist ratsam, den Malzschrot (und den Schrot überhaupt) nicht gleich in Säcke abzufassen, sondern zuerst eine größere Menge Schrot vom Mahlgang oder Walzenstuhl mittels Elevator in einen Sammelkasten zusammen kommen zu lassen, damit ein einigermaßen gleichmäßiges Gemisch von feinem Mehlkörper und Hülsen vorliegt, das etwa dem Verhältnis bei der Frucht gleichkommt. Faßt man den Schrot gleich vom Walzenstuhl ab, dann wird man Säcke mit sehr ungleichem Inhalt vorfinden, was sich in der Fabrikation auch bemerkbar macht. Besonders zur Bereitung der Satzmaischen sollte ein gut gemischter Schrot genommen werden, damit eine technisch gleichmäßigste Arbeit damit möglich ist. Je nach dem Überhandnehmen des Hülsengehaltes bei ungleicher Mischung erhält man dickere Maischen, die den beabsichtigten Vorgängen mehr oder weniger Widerstand bereiten, also ungleiche Arbeit in der Fabrikation bedeuten. Auch ist es ratsam, den Schrot nicht warm in Säcke zu füllen, sondern erst, wenn er wieder normale Temperatur angenommen hat. Auch deshalb ist es gut, schon beim Schroten gut zu ventilieren und den Schrot in einem Sammelbehälter bis zur Absackung offen etwas lagern zu lassen. Wo steueramtliche Kontrolle der Malzschrotung für Brennereizwecke vorliegt, ist über dem Walzenstuhl eine automatische Wage mit deutlich lesbarem Zählwerk anzubringen, damit die Behörde den Verbrauch des steuerfrei abgelassenen Malzes feststellen kann.

c) Die Zerkleinerung von anderem Getreide und Rohmaterial.

In Betracht kommen laut Ausführung am Anfang des Buches noch Roggen, Weizen, Hafer, Mais, Reis, Manioka und Buchweizen als Rohstoffe, die einer Vorbereitung für die Fabrikation bedürfen.

α) Der Roggen. Er wird, soweit er für das alte Verfahren bestimmt ist, nach Art des Malzes geschroten. Obwohl natürlich nicht so leicht zerreiblich, wie Malz, ist er doch als dünnschalige Frucht ohne große Schwierig-

keit zu schroten, wenn er genügend trocken ist. So ist z. B. frischer Roggen, also kurz nach der Ernte, kaum zu verarbeiten, er schmiert auf dem Walzenstuhl und auf dem Stein. Eine Vorreinigung ist auch bei ihm nötig ehe er zum Schroten kommt; doch genügt die Entfernung der groben Verunreinigungen, wie Sackschnüre, Sand, Steine, Eisenteilchen und der feinen, wie Staub und kleinen Hülsenteilchen.

Besonders bei ausländischem Roggen, der meist sehr primitiv geerntet wird, ist das nötig. In vielen Fabriken begnügt man sich mit einem Tarar, einem einfachen Schüttelsieb, dessen Bespannung wohl das Korn durchfallen, die groben Anteile darüber gleiten läßt. Doch sollte gerade fürs alte Verfahren dem Roggen vor der Schrotung die gleiche Sorgfalt gewidmet werden, wie der Gerste vor der Weiche. Ganz abgesehen davon, daß der in die Fabrikation mit dem Schrot aus ungenügend geputzten Roggen gelangende Schmutz wertlos ist, bedeutet er andererseits eine nicht zu unterschätzende Gefahr. Also ist es durchaus zu empfehlen, den Roggen zweckmäßig, also gründlich von allem Unrat zu reinigen, ehe er zum Schroten kommt. Bei ihm, wie bei allem Getreide, ist während der Schrotung für genügende Ventilation zu sorgen: eine allzu große Erwärmung dabei ist nicht bloß Gefahr, sondern auch Verlust, weil der Korninhalt, der Mehlkörper, dabei Veränderungen erfahren könnte. Die Schrotung ist nach den bei Darrmalz angegebenen Gesichtspunkten zu führen: feinste Ausmahlung des Mehlkörpers bei nicht zu feiner Zerschleißung der Hülsen. Nicht unerwähnt möchte der Verfasser lassen, daß er bei stärkereichem Roggen einen Teil des Stärkegehaltes absiebte und den stärkemehlärmeren Schrot mit Erfolg im alten Verfahren verarbeitete, da hierdurch eine Eiweißanreicherung im Roggenschrot stattfand.

Es bedarf zu dieser Arbeit nur der Aufstellung einer Sichtmaschine, eines Siebzylinders, den der Schrot durchläuft und einen Teil der Stärke abgibt. Verfasser hat mit Nutzen im alten Verfahren Roggenschrot verarbeitet, dem bis 30 Proz. seiner Stärke entzogen war.

Da der Roggenschrot auch zu den Satzmaischen Verwendung findet, so ist schon aus diesem Grunde für gründliche Reinigung des zu schrotenden Korns zu sorgen. Dem Roggenschrot zur Satzbereitung darf jedoch keine Stärke entzogen werden. Für das neue Verfahren kommt Roggen, wie öfter erwähnt, eingeweicht (wenn möglich dabei gelüftet und gewaschen, und zwar in den ersten Stunden der nicht langen Weiche) und „spitzend“ zur Verwendung und wird auf der Grünmalzquetsche oder mit der über dem Vormaischbottich stehenden Naßschrotmühle gequetscht und verarbeitet.

β) Der Weizen wird als Rohfrucht genau wie Roggen behandelt, wenn er überhaupt bei seinen meist hohen Preisen sobald wieder in Frage kommt; er würde also geschroten oder etwas eingeweicht gequetscht. Dort wo er aber wegen seiner Billigkeit in nennenswerter Weise zur Verwendung gelangt, geschieht dies in Form von Grünmalz; dies wird dann wie Gerstengrünmalz behandelt.

γ) Der Hafer kommt auch fast nicht in Frage, weil er im Preise meist höher wie Roggen steht, dem aber bei gleichen Preisen dann der Vorzug gegeben wird. Zur Schrotung für das alte Verfahren kommt er also mehr fürs Ausland in Betracht, das zuzeiten dieses wertvolle Material ebenso wie Weizen seinen Fabriken darbietet. Der Hafer wird wie Roggen geschroten; seine Verarbeitung im Lufthefenverfahren kann der Behandlung des Roggens

angepaßt werden. Da und dort wird Hafer und Gerste zusammen gesät und geerntet und unter Umständen auch vermälzt; das Grünmalz wird dann wie das aus Gerste behandelt.

δ) Der Mais bildet die Rohfrucht, die am wenigsten leicht befriedigend sich verarbeiten läßt: Für das alte Verfahren wird er als Schrot verwendet, der sich am schwersten von allen, also mit größtem Kraftaufwand gewinnen läßt.

Gemäß seiner hornartigen Schale setzt er der mechanischen Zerkleinerung Schwierigkeiten entgegen und war früher, als bloß die Steine zur Verfügung standen, so eine Art Schrecken der Müller. Alle paar Tage mußten die Steine geschärft werden und der Schrot war doch nicht so fein, wie man ihn gerne gehabt hätte.

Die Verwendung von Vorschrotmaschinen half schon etwas; aber einen guten feinen Maisschrot lieferte erst der Walzenstuhl, der mehr und mehr den Stein ausschaltete. Eine Trennung von Hülsen und Mehl ist bei der Schrotung nicht so möglich, wie bei dem Schrot aus dem anderen Getreide. Es ist also darauf zu sehen, daß sehr feine Schrotung vorliegt, damit die im alten Verfahren übliche Aufschließung ihren Zweck erreicht. Da der gesamte Mais aus dem Auslande kommt, ist auch eine gründliche Reinigung nötig. Im Auslande selbst wird er häufig vermälzt und dann wie Gerstengrünmalz behandelt und gequetscht. Teilweise wählt man bei uns für das neue Verfahren einen Mittelweg, der im nächsten Kapitel besprochen werden soll.

ε) Der Reis wird in Deutschland nicht verwendet, da die geschälte Rohfrucht unverhältnismäßig teuer ist und durch ihren hohen Stärke- und geringen Eiweißgehalt wenig für die Hefenfabrikation geeignet erscheint. Dagegen ist das Ausland (wie der Verfasser unter „Reis“ bei den Rohstoffen erwähnte) manchmal in der Lage, billige Rohfrucht kaufen zu können. Die Verarbeitung kann — der Verfasser hatte Gelegenheit, Reis aus Tonking in einer Lufthefenfabrik zu verarbeiten — infolge seiner furchtbar harten und dicken, sehr kieselsäurereichen Schale durch Schrotung mit Erfolg nicht in Frage kommen, da sich bei den gewöhnlichen Temperaturen der Fabrikation der Reisschrot nicht gut aufschließen würde. Seine Schrotung kostet viel Kraft; außerdem ist er aber, wie alle ausländische Ware, in ganz besonderem Maße verunreinigt und bedarf gründlicher Reinigung. Seine Vermälzung als Rohfrucht ist fast unmöglich, da die Schalen nahezu kein Wasser, selbst warmes nicht durchlassen. Seine Verarbeitung wird im nächsten Kapitel gestreift werden.

ζ) Die Manioka. Dieses Rohprodukt kommt jetzt viel auch in Deutschland in den Handel. Besonders hervorragend ist sein Stärkegehalt (s. unter Rohstoffe „Manioka“). Bei uns ist sie meist schon in stark zerkleinerter Ware zu haben, die dann wie Mais verarbeitet werden muß. Zur Zumaischung im alten Verfahren würde sie an Stelle eines Teiles Mais sehr gut dann zu verwenden sein, wenn einerseits ihr Preis nicht so hoch ist, daß er den gegen Mais höheren Stärkegehalt kompensiert, und wenn andererseits dann z. B. stärkearme und dafür eiweißreichere Rohstoffe verwendet werden, z. B. Roggenschrot, dem ein Teil der Stärke entzogen ist, der ganz gut als Roggenmehl verkauft werden könnte. Für das alte Verfahren käme dann eine feine Schrotung in Betracht, etwas feiner, wie für die anderen Rohstoffe. Doch ist dabei zu betonen, daß die in großen Wurzelschnitten in den Handel kommende

Ware, ehe sie auf den Walzenstuhl kommt, vorgebrochen werden muß. Man benutzt dazu besondere Maschinen, die sehr stark gebaut sind, um selbst bei harten großen Mahlgutstücken die grobe Zerkleinerung zu erzwingen. Man nennt diese Maschinen Desintegratoren oder Dismembratoren. Sie bestehen aus zwei kreisrunden Scheiben, die mit Stahlbolzen kreisförmig besetzt sind und zwar so, daß die der einen Scheibe versetzt gegen die der anderen sind, daß also, wenn die Scheiben in umgekehrter Richtung laufen, die Bolzen der einen Scheibe zwischen zwei Bolzenkreisen der anderen laufen. Das grobe Material wird in der Mitte der Scheiben eingeführt und dann, erfaßt von den innersten langsam sich bewegenden Zapfen, immer mehr zerkleinert und nach außen geschleudert. Da die Umdrehungsgeschwindigkeit der Zapfenreihen mit ihrem Radialabstand von der Mitte wächst, so ist die Wirkung der Zapfen außen, wohin das schon etwas zerkleinerte Rohmaterial gelangt, am größten. Vom Desintegrator kommt die Manioka auf den Walzenstuhl oder auf den Stein, den es aber stark beansprucht, da der ganze Mehlkörper durch und durch faserig durchwachsen ist. Die Vorbereitung der Manioka ist also mit Kosten verknüpft und wird bloß dann noch durch einen Gewinn bei der Verarbeitung übertroffen, wenn der Preis gegen Mais mit seinen etwa 60 bis 63 Proz. Stärke einen Vorsprung ergibt. Fein geschroten kann die Manioka fürs alte Verfahren wie häufig auch feiner Maisschrot durch einfaches Kochen mit Wasser weiter aufgeschlossen werden, was im nächsten Kapitel besprochen werden soll.

η) Der Buchweizen kommt nur für das alte Verfahren und deshalb als Schrot in Frage, zu dem er genau wie Roggen usw. verarbeitet wird. Nur muß der Schrotung eine sehr gute Reinigung vorangehen. Die Beschaffung guten Buchweizens zu rentablem Preis wird aber immer schwieriger, so daß seine Verarbeitung nur dort gegeben ist, wo er ohne große Frachtkosten gut zu haben ist.

3. Die Aufschließung der Rohstoffe durch Dampf.

a) Bei gewöhnlichem Druck.

Wie in dem Kapitel „Stärke“ gesagt wurde, hat sie die Eigenschaft, bei Gegenwart von Wasser und bei Temperaturen, die sich je nach der Herkunft der Stärke zwischen 65 und 85° bewegen, Kleister zu bilden. Die einzelnen Stärkekörner quellen riesig auf und sind für die Zersetzungsvorgänge, wie durch Diastase, leicht zugänglich. Diese Verkleisterungsfähigkeit war seit langem bekannt und wurde in der Gärungsindustrie auch immer verwendet, soweit von Einmaischen die Rede ist. Natürlich war das Verfahren entsprechend einfach.

Die Arbeit bei der Temperatur des Wasserdampfes vollzog sich ursprünglich so, daß man in das gemahlene, mit Wasser verrührte Getreide, das sich in offenen Gefäßen befand, Dampf eintreten ließ, bis das Ganze die Temperatur kochenden Wassers hatte. Ein Rühren von Hand war dabei kaum möglich, weshalb natürlich die Aufschließung sehr mangelhaft war. Es bildeten sich Klumpen, die, von außen verkleistert, innen noch reinen Schrot enthielten. Die erhaltene Masse mußte deshalb noch einmal über Quetschwalzen gehen, um diastasezugänglich zu werden. Erst später trat an Stelle dieser primitiven Arbeit die mit Bottichen, die zur gleichmäßigeren Arbeit mit einem Rührwerk

ausgestattet und zugedeckt waren. Nun wurde wenigstens die Klumpenbildung verhindert, vorausgesetzt, daß man den Schrot nicht in zu heißes Wasser einleerte, das schon die Temperatur der Verkleisterungsmöglichkeit hatte.

Es ist immer anzuraten, nicht über 50° des Maischwassers hinauszugehen, ehe der Schrot eingeleert und durch das Rührwerk fein zerteilt ist. Aber erst Hollefreund (1871) war es, der an Stelle der Zuleitung von Dampf von gewöhnlichem Druck solchen verwendete, der aus dem Betriebskessel, also mit Spannung, in eisernen Röhren dem Kocher zugeführt wurde. Da die verwendeten Kocher wohl zugedeckt aber nicht geschlossen waren, so erreichte der Inhalt auch nur die Temperatur von 100°. Nun war es schon möglich, eine gleichmäßige Kochung zu erhalten. Die entsprechende Maischung kam erst dann, als C. G. Bohm den Kocher noch mit einer Wasserkühlung versah, so daß ganz nach Wunsch gearbeitet werden konnte. Die erhaltene Aufschließung befriedigte aber nicht, weshalb man mittels besonderer Vorrichtungen nachzuhelfen suchte. Das Endresultat dieser Bemühungen war die Maischmühle, die sich, wie die oben beschriebene von C. G. Bohm, bis auf den heutigen Tag erhalten hat. Man unterwarf also die durch Dampf aufgeschlossenen Schrote einer Nachzerkleinerung, die sich auch dann noch als vorteilhaft bewährt, wenn beste Aufschließung durch Kochen vorläge.

Besonders kam für die Preßhefenfabrikation im alten Verfahren die Aufschließung von Mais in Betracht, da alle die Rohstoffe, die als Eiweißzufuhr betrachtet wurden, von dieser Behandlung ausgeschlossen sind, wenn man nicht die ganzen Eiweißstoffe für die Gärung unbrauchbar machen will. Es waren also hauptsächlich der Mais und seine Ersatzmittel, der im alten Verfahren in der Weise aufgeschlossen wurde, daß man ihn fein geschroten mit etwa der fünffachen Wassermenge im Kocher durch das Rührwerk verteilte und das Ganze durch Einlassen von Dampf auf 100° brachte. Wie schon bemerkt, ist zur richtigen Verteilung nötig, den Maisschrot (oder auch anderen Schrot, wie z. B. Manioka) in nicht zu heißes Wasser, d. h. von etwa 50°, zu geben, damit keine Verkleisterung eintritt, ehe alle Schrotteilchen im Wasser fein verrührt sind. Wenn die Temperatur von 100° erreicht ist, läßt man noch einige Zeit bei geschlossenem Deckel stehen, um die Verkleisterung weitest gehen zu lassen. In diesem Zustand der Aufschließung wird noch heute der gekochte Mais dem übrigen in Wasser verteilten Schrot zugegeben zur weiteren Verarbeitung. Durch die neue Steuergesetzgebung ist nun — ganz abgesehen von der fast völligen Verdrängung des alten Verfahrens durch die Lüftungs-Hefenfabrikation — der Mais aus den paar Fabriken, die nach dem alten Verfahren arbeiten, verbannt, da diese bis jetzt den sogenannten Kornbranntwein lieferten, dies aber nach dem neuesten Gesetz nur noch dürfen, wenn sie nur Gerste, Weizen, Buchweizen, Hafer und Roggen verarbeiten. Dagegen wird im Auslande noch viel Mais in zahlreichen Großbetrieben verarbeitet, die wie z. B. in Österreich und Frankreich teilweise ihren ganzen Jahresbedarf an Hefe noch nach dem alten Verfahren herstellen. In diesen Betrieben wird der Mais meist noch als Schrot nach obigem Verfahren aufgeschlossen und dann mit dem übrigen Material weiterverarbeitet. Allüberall in diesen Betrieben, ist dann eine Maischmühle in Gebrauch, die die innigste Zermahlung und Mischung der aufzuschließenden und aufgeschlossenen Rohstoffe vollzieht und vollendet.

b) Die Aufschließung mit gespanntem Dampf in geschlossenem Gefäß.

α) Die Theorie der Dämpfung. Da wo es sich um eine Aufschließung großer Mengen von entsprechendem Getreide handelte, konnte die obige Arbeit nicht befriedigen. Hatte man wohl gelernt, die Kartoffeln im offenen Dämpffaß so weit gar zu kochen, daß ihre weitere Zerkleinerung und Verarbeitung keine großen Schwierigkeiten mehr machte, so empfand man es doch als zeitraubende Arbeit und Dampfverlust, bei nur gedecktem Gefäß, also langsam, dämpfen zu können. Nun hatte die Wissenschaft beim Studium der Stärke festgestellt, daß diese, mit wenig Wasser auf 125 bis 130° erhitzt, einen dünnflüssigen Kleister gibt, der lange genug flüssig bleibt, um ihn dem diastatischen Angriff zur Verfügung stellen zu können. Diese höheren Temperaturen waren aber nur zu erzielen, wenn der verwendete Dampf seine Arbeit im geschlossenen Gefäß verrichten konnte; denn jedem Dampfdruck entspricht eine Temperatur, die also mit der Zunahme des Druck steigt, wie aus folgender Tabelle ersichtlich ist.

Überdruck des Dampfes in kg pro qcm	Temperatur des Dampfes in °C	Überdruck des Dampfes in kg pro qcm	Temperatur des Dampfes in °C
0,00	100,00	2,50	139,24
0,50	111,76	3,00	144,00
1,00	120,60	3,50	148,29
1,50	127,80	4,00	152,22
2,00	133,91		

Außerdem lernte man, daß bei 155° etwa der Stärkekleister anfängt, in Dextrin überzugehen, das erst bei 180° weiter unter Gelbfärbung zersetzt wird. 1873 war es nun, als der Rittergutsbesitzer Henze einen Apparat beschrieb, der die Nutzanwendung aus dem Gesagten ziehen sollte. Diese Apparate, in denen die Rohstoffe unter Druck verflüssigt, gekocht werden, führen heute noch den Namen Henzedämpfer. Es sind natürlich an dem ursprünglichen Projekt des Erfinders im Laufe der Zeit mancherlei Verbesserungen angebracht worden; aber trotzdem bleibt ihm der Ruhm, dieses bedeutungsvolle Instrument in den Gärungsbetrieb eingeführt zu haben; den durchschlagenden Erfolg seiner Erfindung erlebte er leider nicht mehr, er starb 1875.

Was nun den theoretischen Vorgang anlangt, der beim Dämpfen unter Hochdruck zur Geltung kommt, so ist es vor allem ein Aufquellungsprozeß, der die Arbeit einleitet und der, unterstützt durch die Wärme, bis zur Grenze der Aufnahmefähigkeit des Stärkekorns für Wasser geht, aber je nach Art der Frucht anders verläuft. Die Stärkekörner sind in die Zellen eingebettet und zwar z. B. bei der wasserhaltigen Kartoffel in einer wässerigen Flüssigkeit; bei dem lagerfesten Mais füllen die mehr eckigen Stärkekörner fast die ganze Zelle aus. Die stärkeführenden Zellen selbst liegen durch eine aus Hemicellulosen und Pentosanen bestehende sogenannte Interzellularsubstanz getrennt, doch so dicht aneinander, daß sie ein Ganzes zu bilden scheinen. Durch das Behandeln mit Wasser und durch Erwärmung tritt nun zuerst

der Zerfall des Zellgewebes ein, indem die Interzellularsubstanz teilweise in Lösung geht und die Einzelzellen dabei teilweise freigibt. Dann tritt bei stark wässerigen Früchten wie bei der Kartoffel ein Teil der Zellflüssigkeit, wohl infolge der Ausdehnung durch die Wärme aus, ein Teil derselben wird vom Zellinhalt bei der Quellung aufgenommen. Das sind Vorgänge, die auf die Kartoffeldämpfung ohne Druck zutreffen. Der Zellsaftaustritt ist das Erscheinen des sogenannten Fruchtwassers; die Aufsaugung des zurückgebliebenen Zellsaftes durch die Stärke ist die Quellung der Kartoffel bis zum Platzen der Schale; je stärkehaltiger eine Kartoffel ist, desto schneller wird der eine Teil des Fruchtwassers aufgenommen, der nicht hinreicht, um alle Stärke quellen zu lassen; ein Teil der Stärke drängt sich kaum gequollen nach außen; ein Zustand, der in den beim Kochen „mehligen" Kartoffeln zutage tritt. Die aufgequollenen Stärkekörnchen sind dann meist so groß, daß sie die ganze Zelle ausfüllen. Diese Erscheinungen verändern sich, wenn es sich um Rohfrüchte handelt, die wie z. B. Mais nur wenig Wasser enthalten und lagerfest sind.

Hier liegen die Stärkekörnchen eng aneinander gelagert in der Zelle, diese ganz ausfüllend. Eine Dämpfung ohne Wassergabe ist also hier nicht möglich. Der Mais enthält ja etwa 60 Proz. Stärke auf 12 Proz. Wasser, die Kartoffel 20 bis 25 Proz. Stärke auf 80 bis 75 Proz. Wasser. Da die drei- bis vierfache Menge von Wasser genügt, um einen wenn auch dicken Kleister zu bilden, so benötigen die Kartoffeln keinen Wasserzusatz; dagegen Mais und alle ähnlichen Rohfrüchte bedürfen der Zugabe von Wasser bei der Dämpfung. Die oben geschilderten Veränderungen, die das Stärkekorn und die Zelle bei gewöhnlicher Dämpfung erleiden, machen naturgemäß ganz anderen Platz, wenn statt Dämpfung bei gewöhnlichem Druck, also bei 100°, solche unter Hochdruck angewandt wird. Die Interzellularsubstanz wird nun bei der hohen Temperatur, der der angewandte Hochdruck entspricht, ganz gelöst, so daß die Zellen alle fast einzeln unterm Mikroskop zu sehen sind; doch ist nur ein Teil der Zellen geplatzt, der größere Teil ist noch ganz, weshalb man die stark gedehnten Zellen in einer trüben Flüssigkeit sieht, die erfüllt ist von den zerfallenen Stärkekörnern der geplatzten Zellen. Daß nur ein kleiner Teil der Zellen bei dem hohen Druck der Dämpfung platzt, hängt vielleicht eben damit zusammen, daß die ganze Masse, also auch jede einzelne Zelle, unter dem großen Druck steht, der einer Kompression der Masse gleichkommt. Der herrschende Druck im Dämpfer bildet das Gegengewicht gegen das Zerplatzen der Zellen, gegen die Spannung in deren Innern.

Natürlich tritt aber dieser in Kraft, wenn beim Ausblasen der gedämpften Rohfrucht Druckausgleich mit der Atmosphäre eintritt; in diesem Momente sprengt die bis jetzt vom Druck im Henzedämpfer im Zaun gehaltene Spannung, des Gegengewichtes beraubt, die Hülle und das verflüssigte Stärkekorn erfüllt in feinster Verteilung die flüssige Masse. Die Kochung unter Hochdruck hat also den unbestrittenen Vorteil, daß mit wenig Wasser (bei Kartoffel ohne Wasser) ein sehr dünnflüssiger Brei entsteht, der aus der verflüssigten Stärke mit den leeren Hülsen besteht.

Die Aufschließung der Rohfrucht geht also so weit als technisch-chemisch möglich. Die Stärke bzw. der Korninhalt ist in einer Form, daß sie den sie erwartenden Enzymen des Malzes die leichteste Arbeit zumutet. Die je nach Umständen zuzugebende Wassermenge darf nicht zu knapp bemessen werden,

wenn auch andererseits ein Zuviel an Wasser beim Kochen unter Hochdruck sich als nicht gerade nützlich erwiesen hat. Wie schon erwähnt, genügt ein Verhältnis Stärke : Wasser = 1 : 3 bis 4, um bei genügend hohem Druck, beginnend etwa mit 130°, also bei 2 Atm., einen dünnflüssigen Stärkekleister zu erhalten, der lange genug flüssig bleibt, um ihn der Einwirkung der Diastase aussetzen zu können. Mais, wie durchschnittlich auch die anderen in Betracht kommenden Rohstoffe, weist einen Stärkegehalt von etwa 60 Proz., also in 100 kg Getreide 60 kg Stärke auf, die etwa 180 bis 240 kg Wasser zur Kleisterbildung benötigten. Da nun durch den Dampf, der einströmt, noch eine Menge Kondenswasser hineinkocht, kann man als niedrigste Wasserzahl für Mais und ähnliches Getreide und Rohmaterial etwa 160 kg auf 100 kg Rohfrucht annehmen, eine Zahl, die aber besser überschritten wird. Der Verfasser möchte aus langjähriger Erfahrung raten, auf 100 kg Mais 200 kg Wasser in den Dämpfer zu geben, um bei richtigem Kochen genügende Stärkelösung zu erreichen. Ein Mehr von Wasser zu nehmen, ist praktisch erfolglos; die angegebenen 200 kg Wasser vermehren sich durch das beim Einströmen des Dampfes in die Masse sich bildende Wasser etwa um 20 Proz., also um 40 kg pro 200 kg, so daß zum Schlusse eine Stärke-Dextrinlösung erhalten wird, bei der die 60 kg Stärke per 100 kg Rohfrucht in 240 kg gelöst sind, was vollauf genügt. Bei der Kartoffel, die als Rohfrucht auf etwa 20 Proz. Stärke 80 Proz. Wasser enthält, ist natürlich keine Wassergabe nötig; es ist da schon von Hause aus das Stärke-Wasserverhältnis vorhanden, das bei Mais erst durch Wassergabe und kondensierenden Dampf erreicht wird. Wir werden das im praktischen Teil näher besprechen. Was nun die Einwirkung des Hochdruckdämpfens auf die übrigen Bestandteile der Rohfrucht anlangt, so kommen in Betracht die in allen stärkehaltigen Rohfrüchten vorkommenden kleinen Zuckermengen, die Eiweißstoffe, die Cellulose und die Fette.

Was den Zuckergehalt anlangt, so haben theoretische Versuche ergeben, daß Maltoselösungen bei 2 bis 4 Atm. Druck etwa 1 bis 3 Proz. des Zuckers verlieren. Nun enthält aber fast jede der Rohfrüchte etwas vorgebildeten Zucker und außerdem Enzyme, die bei der langsamen Erwärmung des Dämpferinhalts aus der Stärke etwas Zucker dazu bilden können; außerdem steht noch nicht fest, inwieweit die Cellulose in ihren vielen Abarten ebenso wie Stärke vielleicht doch unter Hochdruck etwas Zucker bilden kann; möglich ist das. Denn in gedämpften Rohfrüchten konnten teilweise erhebliche Zuckervermehrungen festgestellt werden, die also in Betracht kämen für die von verschiedener Seite beobachteten Zersetzungen von Zucker bei höheren Drucken. Der Verfasser hat anfänglich auch sehr an diese möglichen Verluste geglaubt; die langen Versuche der Praxis konnten sie nicht bestätigen. Es ist ja klar, daß höhere Drucke nur dann gewählt werden, wenn sie Vorteile ohne Verluste bringen, und daß man sofort zum niederen Druck übergeht, wenn man mit ihm das Gleiche erreicht. Nun hat man doch die Möglichkeit, den Mais auf so verschiedene Weise zu bearbeiten und zu dämpfen, daß besonders da ins Auge fallende Unterschiede zu finden sein müßten, wo z. B. zum Schlusse infolge vorbereitender Manipulationen nur auf 1 bis $1^1/_2$ Atm. gekocht wird. Der Verfasser konnte nun, wenn der Höchstkochdruck bei Mais nicht über $3^1/_2$ Atm. ging und nur kurz, $^1/_4$ bis $^1/_2$ Stunde, gehalten wurde, keinen Nachteil feststellen gegenüber der Maisverarbeitung mit geringerem Drucke. Verwendet man den Mais geschroten oder weicht ihn vorher ein, dann genügen

ja schon Drucke von $1^1/_2$ bis 2 Atm. zur Aufschließung; aber auf die Hefen- und die Spiritusausbeute kann kein Einfluß konstatiert werden, was dem Verfasser auch von anderer Seite bestätigt wird. Im Gegenteil kann bei $3^1/_2$ Atm. Höchstdruck die gleiche Hefenausbeute bei größerer Spiritusausbeute erhalten werden. Dabei müßte doch die niedere Dämpfung unbedingt Vorteile bieten durch Erhöhung der Ausbeuten, wenn andererseits die Kosten der Brechung des Maises oder der Umstand des Einquellens — besonders in Großbetrieben keine Kleinigkeit — ausgeglichen werden sollen. Der Verfasser möchte seine Ansicht dahin ausdrücken, daß das Hochdruckverfahren bei Nichtüberschreitung von $3^1/_2$ Atm. Druck die technisch verlustlose Aufschließung von ganzem Mais und anderem Rohmaterial gestattet, was bei der Einfachheit dieser Arbeit sehr wichtig ist. Was die Eiweißstoffe anlangt, so muß die Arbeit der Praxis sagen, daß bei der gebotenen Arbeit wohl nur ein Gerinnen der Eiweißstoffe eintritt, ohne daß der Hochdruck irgend einen nennenswerten Abbau derselben hervorriefe, weshalb der Verfasser weiter oben schon bemerkte, daß für die Hochdruckdämpfung nur Rohstoffe in Frage kommen, die nicht als Eiweißzufuhr betrachtet werden müssen. Das mit der Rohfrucht in den Dämpfer gelangende Eiweiß ist also infolge der Dämpfung als verloren zu betrachten, wenigstens für die Gärung. Nun kämen noch die Fette in Betracht. Diese werden unter Hochdruck, wie bekannt, in Fettsäure und Glycerin gespalten, was also auch jedenfalls mit dem Fettgehalt der Rohstoffe der Fall ist. Es handelt sich aber ja meist nur um kleine Mengen, wenn auch Mais manchmal in bestimmten Sorten größere Mengen davon enthält. Doch die Zersetzungsprodukte sind unschädlich. Glycerin ist der normale Begleiter der Gärung überhaupt und die Fettsäuren sind meist in Wasser so gut wie unlöslich.

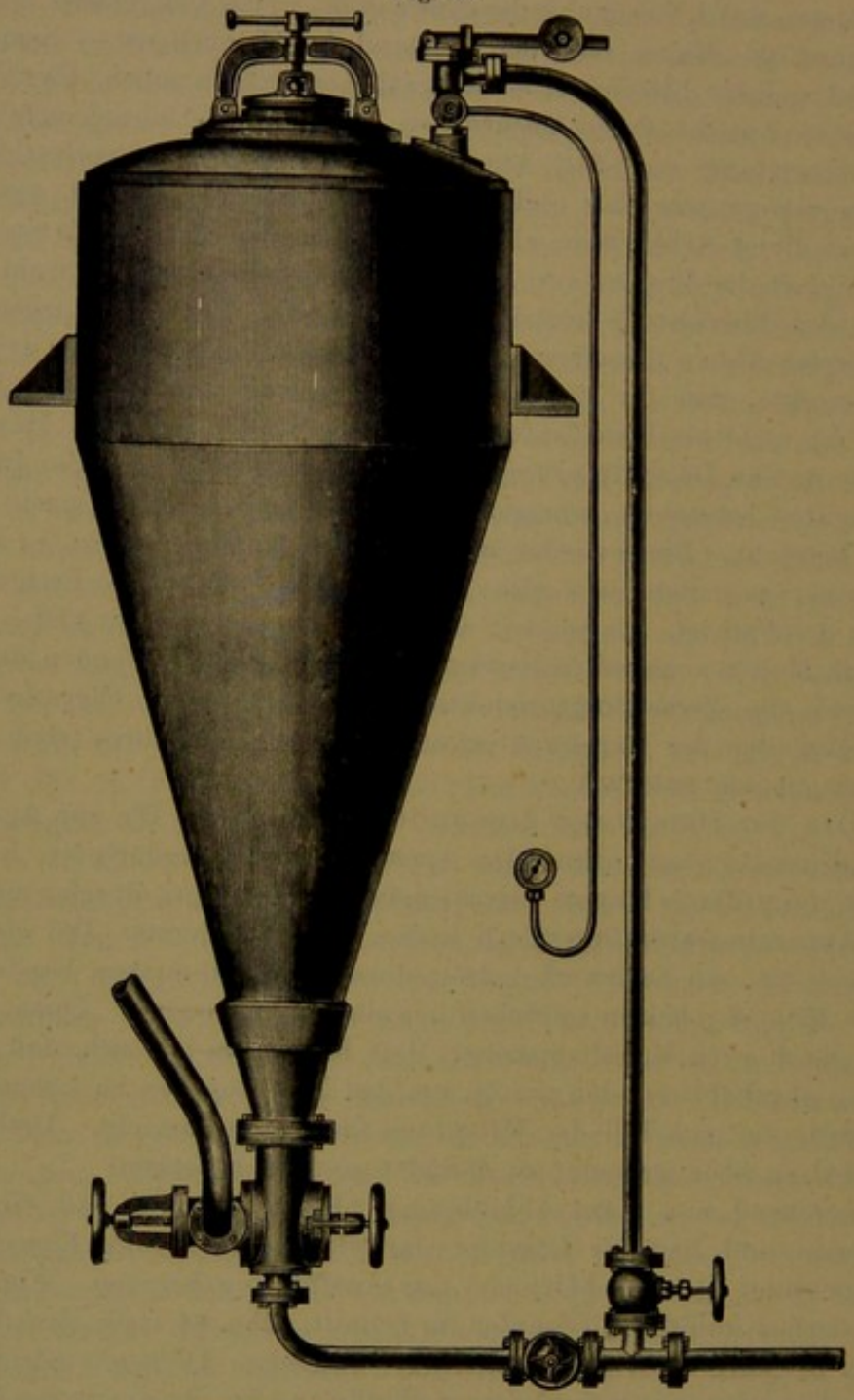
β) Die der Dämpfung dienenden Apparate. Die zur Ausführung der Hochdruckdämpfung dienenden Apparate, die Henzedämpfer, haben seit ihrer Schöpfung durch Henze verschiedene Abänderungen durchgemacht. Die ältesten Apparate waren liegende Zylinder, die am untersten Teil die Dampfeinströmung und ein Rührwerk hatten, dessen mit Rührstäben besetzte Welle durch die Mitte der beiden seitlichen gewölbten Böden ging. Diese Apparate waren zugleich auch Maischapparate. Das brachte es mit sich, daß nach der Dämpfung abgekühlt werden mußte, um das Malz zugeben zu können. Hierdurch wurde ein gut Teil der Dämpfung illusorisch gemacht. Deshalb ging man bald dazu über, getrennt zu dämpfen und zu maischen.

Nachstehend nun sechs Abbildungen (Fig. 80, 81, 82 und 83, 84, 85), die stehende und liegende Dämpfer darstellen, wie sie die Firmen Bohm-Fredersdorf und Hentschel-Grimma zur Ausführung bringen. Fig. 81 zeigt einen modernen konischen Dämpfer im Schnitt. Fig. 84 stellt eine der Firma Hentschel in Golzern-Grimma patentierte besondere Deckenkonstruktion des konischen Dämpfers mit Sicherheitsverschluß dar. Bei den stehenden Dämpfern Fig. 80 und 83 fällt sofort die Form auf. Der größte Teil des Dämpfers ist konisch aus mehreren Gründen, die man im Laufe der Jahre zu beachten gelernt hatte. Ursprünglich war nur der kleinere untere Teil konisch und hatte seitlich die Dampfeinströmungen, die beim Eintritt eine drehende Bewegung der zu dämpfenden Masse hervorrufen sollten.

Diese mehreren Dampfeinströmungen an der Seite in verschiedener Höhe des Konus erfüllten ihren Zweck nicht recht; der Dampf suchte sich Bahn

durch die Masse, ohne viel Bewegung zu verursachen. Der Verfasser hat solche konische Dämpfer ohne Rührwerk mit seitlichen, in verschiedener Höhe befindlichen Einströmungen des Dampfes in Betrieb gehabt und obige Beobachtung gemacht. Die vermutete Wirkung kann eintreten, wenn eine

Fig. 80.

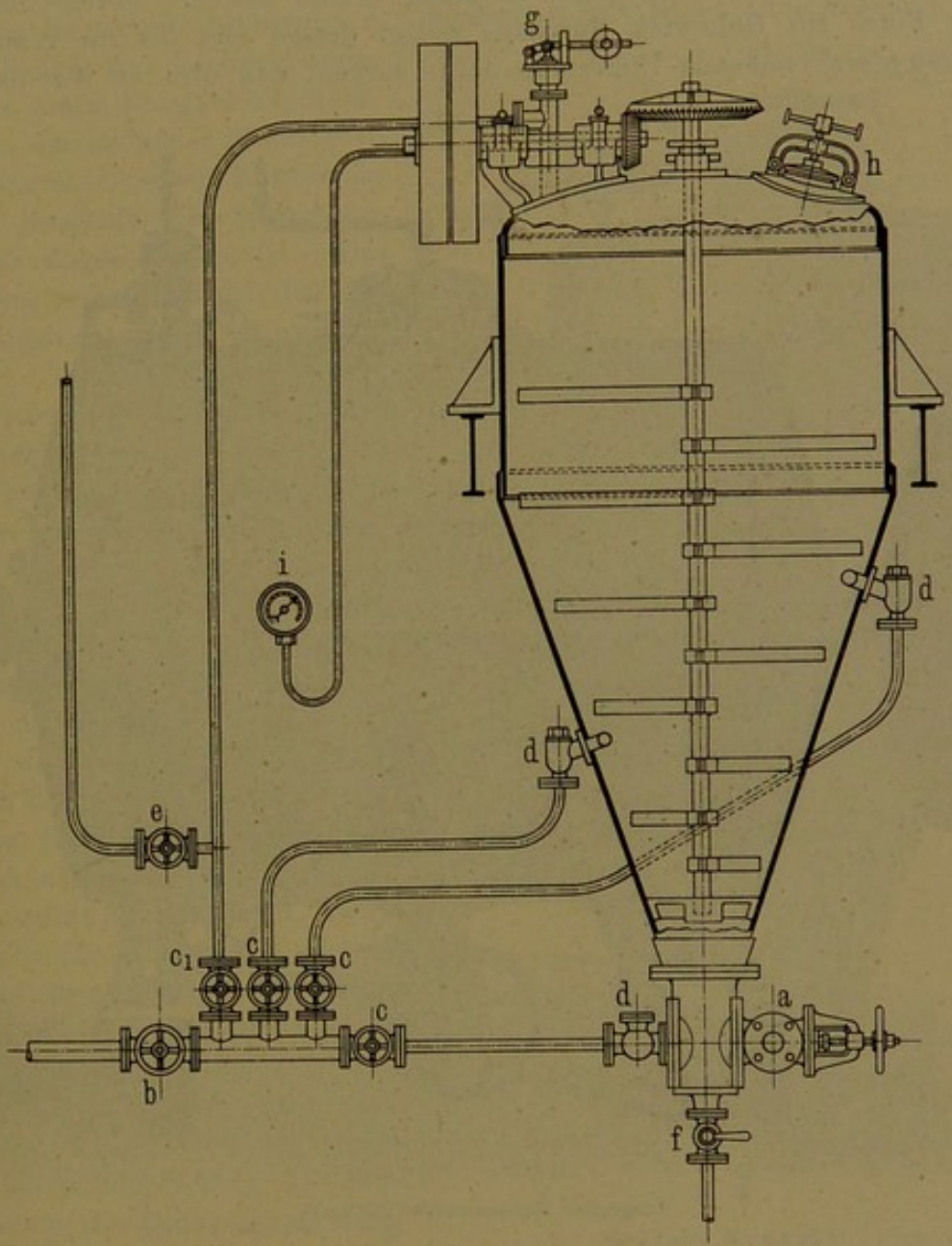


Stehender Henzedämpfer ohne Rührwerk (Bohm).

gleichmäßige Masse vorhanden ist; das ist aber doch erst der Fall, wenn die Dämpfung fertig ist; in der Zwischenzeit strömt der Dampf je nach seinem Eintritt auf dem kürzesten Wege durch die Masse nach oben. Man gab nun dem Dämpfer eine immer mehr konische Form, die jetzt fast $^2/_3$ bis $^3/_4$ der ganzen Höhe beträgt und bei mancher Konstruktion sogar die ganze Höhe des Apparates einnimmt, was aber wieder verlassen wurde, und ließ den Dampf

nur von unten an der tiefsten Stelle des Konus einströmen. Das hat den sicheren Vorteil, daß der Dampf, wenn er auch immer an der gleichen, einzigen Stelle eintritt, dabei doch eine Aufwärtsbewegung der Masse hervorruft, weil an dem konischen Teil ein Niedergleiten des Dämpferinhalts stattfindet. Auf diese Weise kommen immer neue Mengen ungedämpfter oder

Fig. 81.



Schnittbild eines modernen stehenden Henze mit Rührwerk (Bohm).

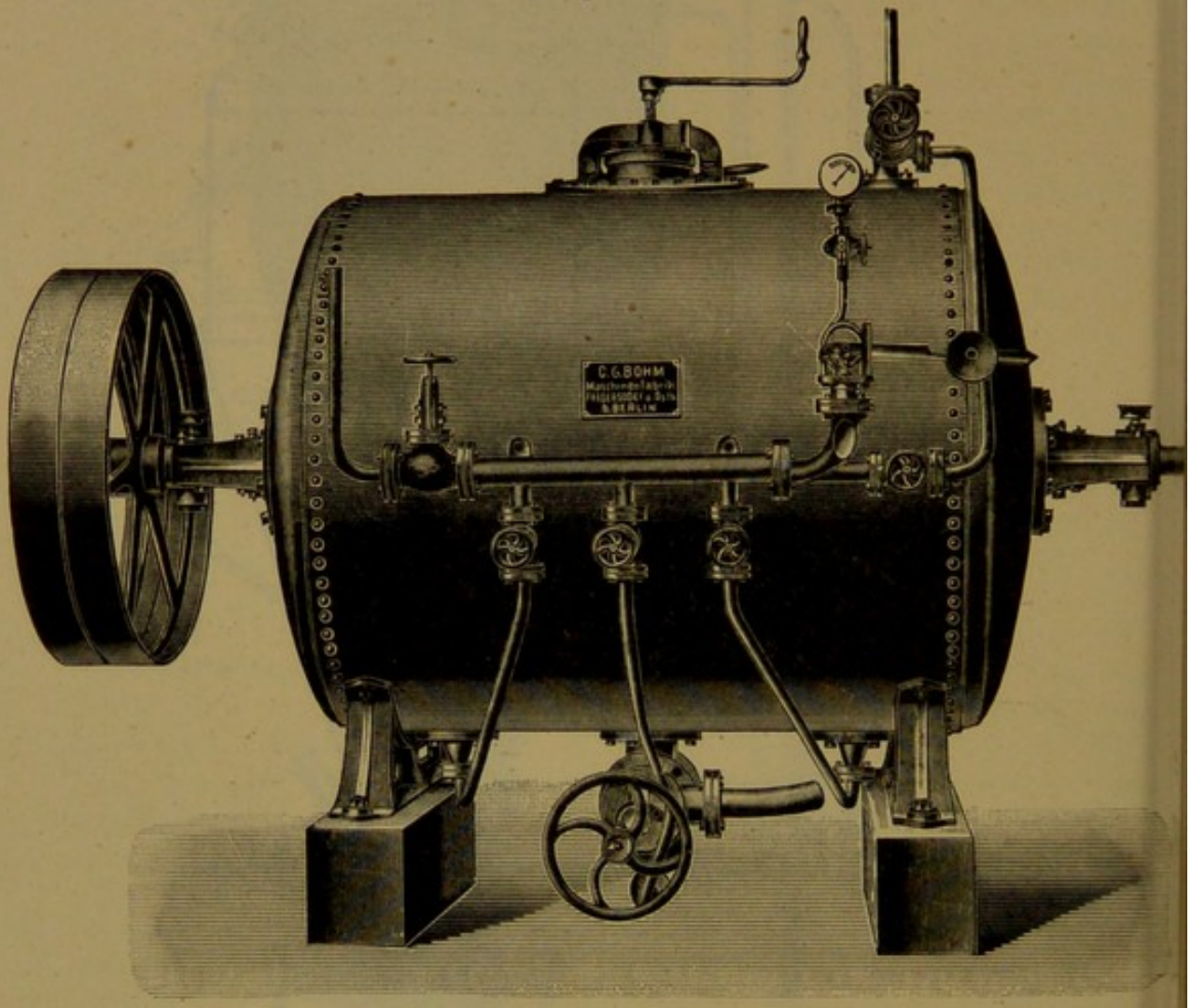
a Ausblaseventil. — *b* Hauptdampfventil. — *c* drei Kochventile. — c_1 das Druckdampfventil. — *d* drei Rückschlagventile. — *e* Luft- und Dampfabblaseventil. — *f* Spülwasser(Fruchtwasser-)hahn. — *g* Sicherheitsventil. — *h* Mannloch- und Füllverschluß. — *i* Manometer.

noch nicht so weit gedämpfter Masse an die unterste Stelle und werden durch den einströmenden Dampf erhitzt und wieder hochgenommen. Auf diese Weise erreicht man bei einfacher Konstruktion der Henzedämpfer eine ausgezeichnete Wirkung.

Wenn nun auch bei der konischen stehenden Form ein Rührwerk nicht direkt geboten ist, so möchte der Verfasser doch dringend raten, sich, wenn

möglich, bei Anschaffung eines stehenden Henze ein Rührwerk einbauen zu lassen. Man ist dadurch auch bei ihm von der Art des zu dämpfenden Materials durchaus unabhängig und kann mit Sicherheit auch die Dämpfung geschrotenen Materials vornehmen. Die liegende zylindrische Form hat stets ein Rührwerk und mehrere Dampfeinströmungen, die bei der Gestalt des Dämpfers für sich allein eine Bewegung der Kochmasse nicht so weit bewirken würden, daß eine gleichmäßige Dämpfung erzielt würde. Deshalb ist bei dieser Form ein Rührwerk durchaus nötig, dessen fast bis zur Wandung des Dämpfers reichende Rührstäbe dafür sorgen, daß dem an der tiefsten

Fig. 82.



Liegender Henzedämpfer (Bohm).

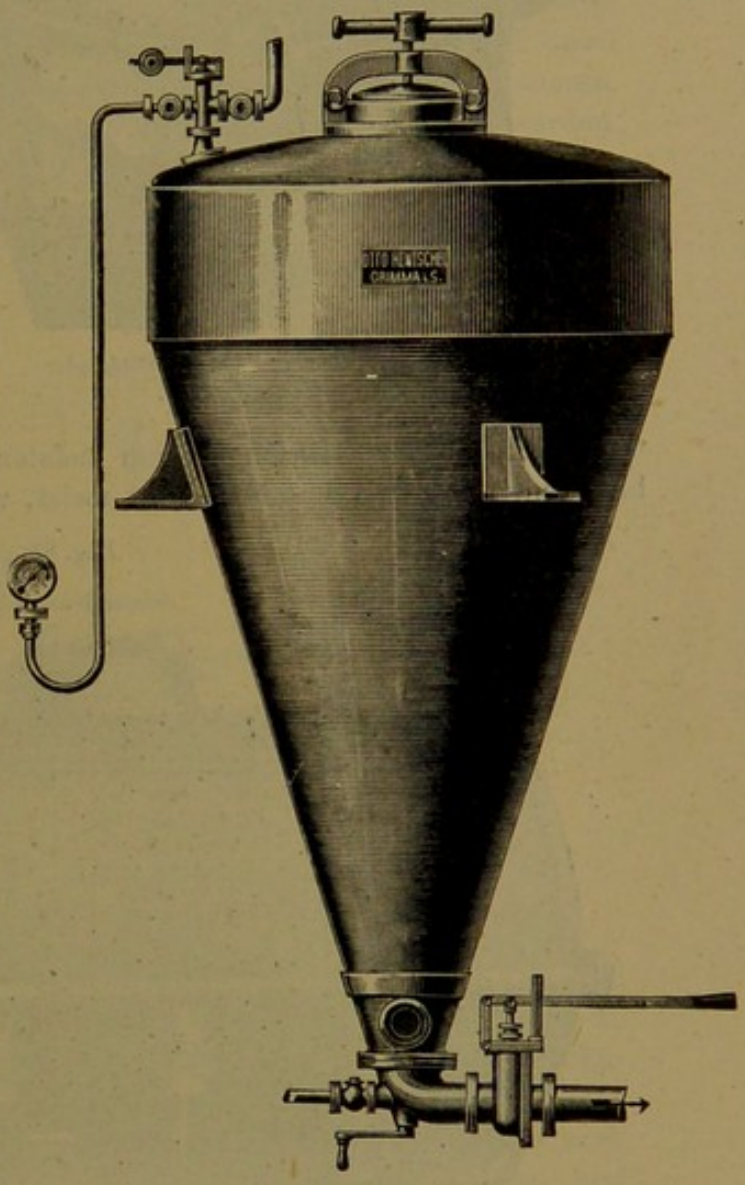
Stelle des Mantels einströmenden Dampf stets frische Masse zur Dämpfung angeboten wird. Man hat nun neuerdings bei Neuanschaffungen stets den liegenden Dämpfer bevorzugt, weil — und das dürfte sicher zutreffen — seine Form mit dem horizontalen Rührwerk eine absolut sichere Dämpfung jedes Materials gestattet, mit Ausnahme der Rohkartoffel, wovon wir besonders sprechen müssen.

Diese liegenden Dämpfer benötigen aber mehr Platz als die stehenden, die meist so eingebaut werden, daß sie mit den seitlich angebrachten, an den Zeichnungen sichtbaren Lappen entweder in der Decke einzementiert oder auf gußeisernen Säulen damit aufgesetzt werden, also mit dem zylindrischen Teil

zum Einwurf des Dämpfguts durch die Decke gehen und mit dem Konus fast bis zum Boden reichen. Sie nehmen also nur eigentlich den Flächenraum des Querschnittes ihres zylindrischen Teiles ein, während die liegenden Dämpfer auf gußeisernen Füßen ruhend aufgestellt werden, die selbst wieder auf Zement-, Mauerwerk- oder Betonsockeln stehen. Sie benötigen also mindestens den Flächenraum, der ihrem Grundriß entspricht. Nur bemängelt der Verfasser an den liegenden Henzedämpfern noch, daß sie sich nicht so leicht völlig entleeren wie die konischen, bei denen der flüssige Inhalt leicht zum Ausgang läuft.

Unabhängig von der Form finden wir an jedem Dämpfer ein Manometer, das entweder direkt oben am Mantel mit einem Kupferrohr oder unterhalb des Sicherheitsventils angeschlossen ist. Das Manometer befindet sich bei den stehenden Dämpfern so weit mit dem Anschlußkupferröhrchen nach unten geführt, daß es dort beobachtet werden kann, wo sich die Ventile der Dampfleitung befinden. Diese selbst teilt sich unten am Henze in zwei Leitungen, die Kochleitung und die Druckleitung. Ist die Dämpfung vollendet, so wird oder werden das oder die Kochventile geschlossen und das Druckventil geöffnet, durch das nun Dampf von oben in den Henze eintritt und seinen Druck auf die Oberfläche der gedämpften Masse ausübt. Beide Ventile für Koch- und Druckdampfleitung befinden sich unten beim stehenden Dämpfer und beim liegenden Dämpfer an den beiden Seiten des der Länge nach vor dem Dämpfer sich hinziehenden Hauptdampfrohres. Die Einmündung der Druckdampfleitung ist ebenfalls wie die des Manometerrohres unter dem Sicherheitsventil angebracht. Dieses selbst sitzt auf einem Stutzen aus Stahlguß, der am obersten Teil des Dämpfers angenietet ist. Das Sicherheitsventil ist stets auf den Maximaldruck einzustellen, der beim Dämpfen oder Drücken zur Anwendung kommt. Mit dem Sicherheitsventil steht meist noch eine weitere Leitung in Verbindung, die gestattet, aus dem befüllten Apparat im Anfang die Luft und später noch etwas Dampf austreten zu lassen. Am tiefsten Punkt des stehenden oder liegenden Dämpfers mündet die Ausblaseleitung ein, die von ihm zu dem Vormaischbottich führt. Für Kartoffelverarbeitung ist noch

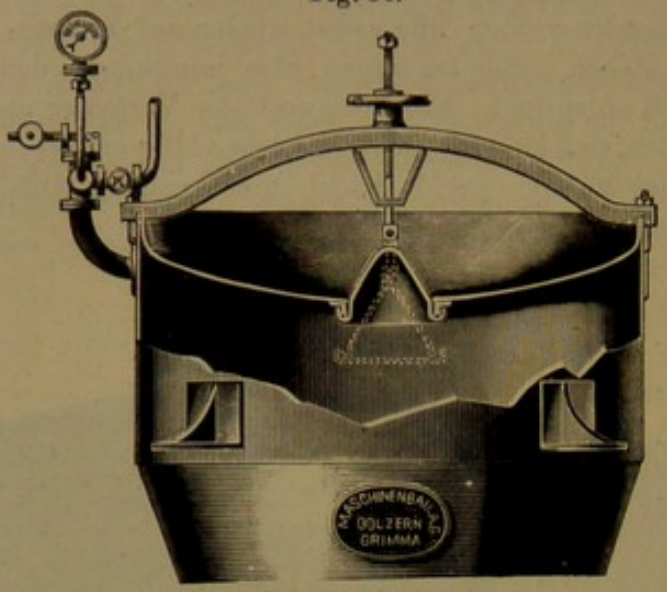
Fig. 83.



Stehender Henze ohne Rührwerk (Golzern-Grimma).

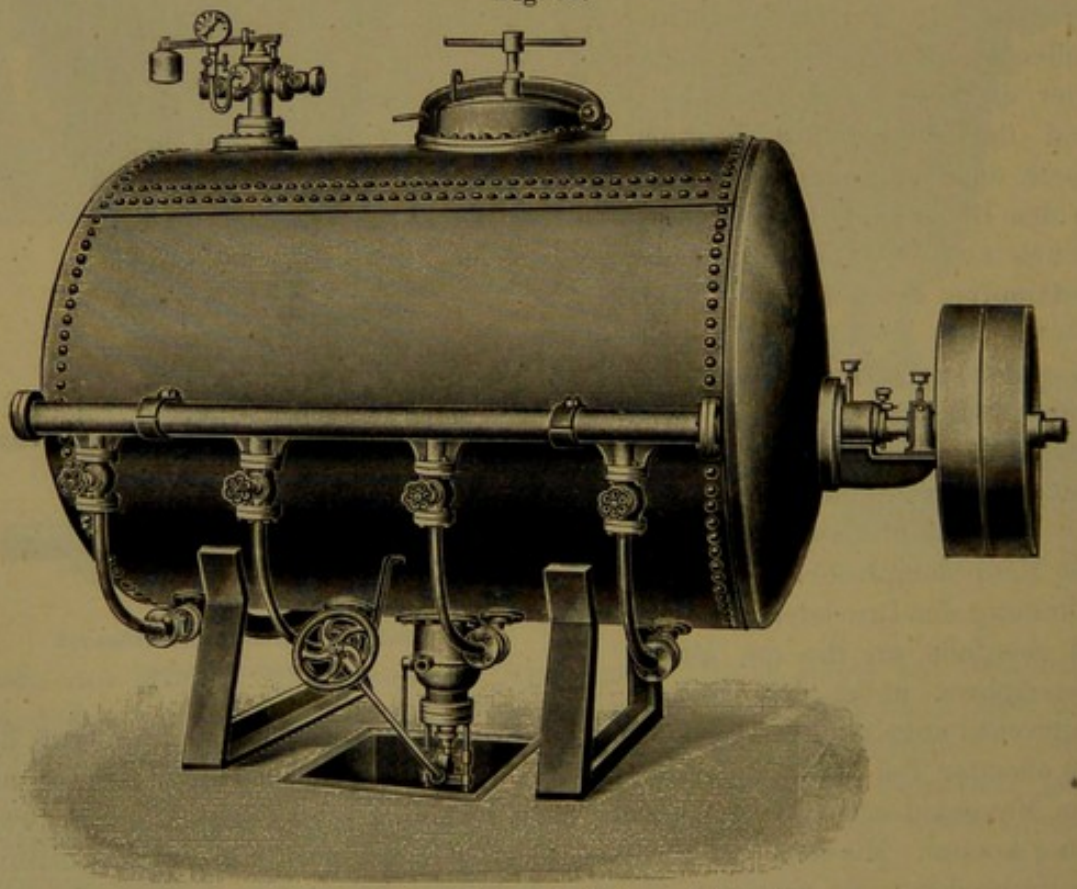
ein Stutzen nötig, der von der tiefsten Stelle des Apparates gestattet, das Fruchtwasser nach Bedarf abzulassen. Zwischen Kocher und Ausblaseleitung ist das Ausblaseventil (Fig. 86) angebracht, das, ganz nach Belieben einstellbar, erlaubt, die gedämpfte Masse langsamer oder rascher auszublasen und zu zerschleißen. Dieses Ausblaseventil ist im Durchgang recht groß zu bemessen, so daß nur eine kleine Drehung nötig ist, um das gedämpfte Rohmaterial durch einen kleinen Spalt zwischen Ventilkegel und Ventilsitz durchzulassen. Die vom Ausblaseventil ausgehende Kupferleitung kann wieder von kleinerem Durchmesser gewählt werden. Zweckmäßig ist bei Kartoffelverarbeitung der Einsatz eines Steinfängers am tiefsten Punkt des Henze vor dem Ausblaseventil. Dieser Steinfänger ist meist, wie Fig. 87 (Golzern-Grimma) und

Fig. 84.



Sicherheitsverschluß für Henzedämpfer (Golzern-Grimma).

Fig. 85.



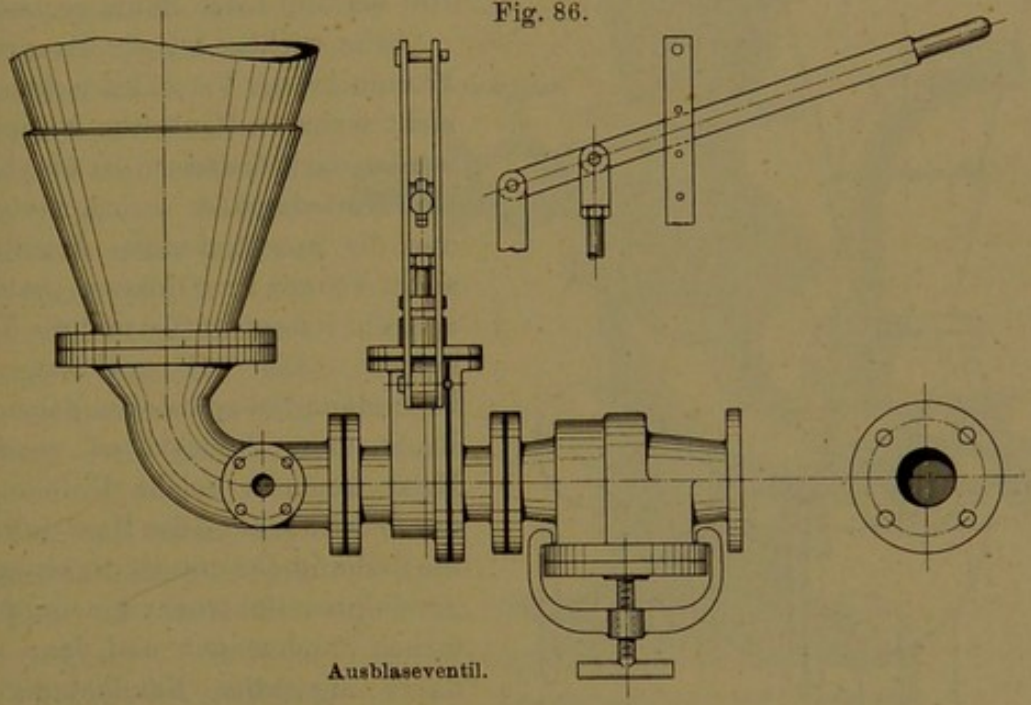
Liegender Henzedämpfer (Golzern-Grimma).

Fig. 88 (a. S. 203) (Linke und Henze-Regensburg) zeigen, mit einer Ausblasevorrichtung versehen, die, verschieden einstellbar, das Dämpfgut zwingt,

durch eine Art Rost mit scharfkantigen Vierecken oder eben solchen länglichen Schlitzen hindurchzugehen, wobei es unter der Gewalt des auspressenden Dampfdruckes total zerrissen und fein verteilt wird. Der Verfasser hat mit Vorteil eine Ausblasevorrichtung, die für Kartoffelarbeit eingesetzt worden war, auch für Mais und andere Rohfrucht verwendet. Doch ist der Steinfänger für sich wichtiger, weil er Störungen vermeidet und deren Beseitigung erleichtert, da er unter Ausschaltung des Dämpfers nachgesehen und gereinigt werden kann.

Was den Steinfänger anlangt, so müßte er bei genügender Reinigung der Rohfrucht unnötig sein. Meist wird nun der zu dämpfende Mais oder Reis oder andere Rohfrucht nur von Staub und Sand gereinigt und muß dann beim Einlauf in den Henze ein entsprechend großmaschiges Sieb passieren, auf dem gröbere Steinchen und Holzstückchen usw. zurückgehalten werden. Da aber das Personal eben bloß aus Menschen besteht, so ist nicht zu ver-

Fig. 86.



Ausblaseventil.

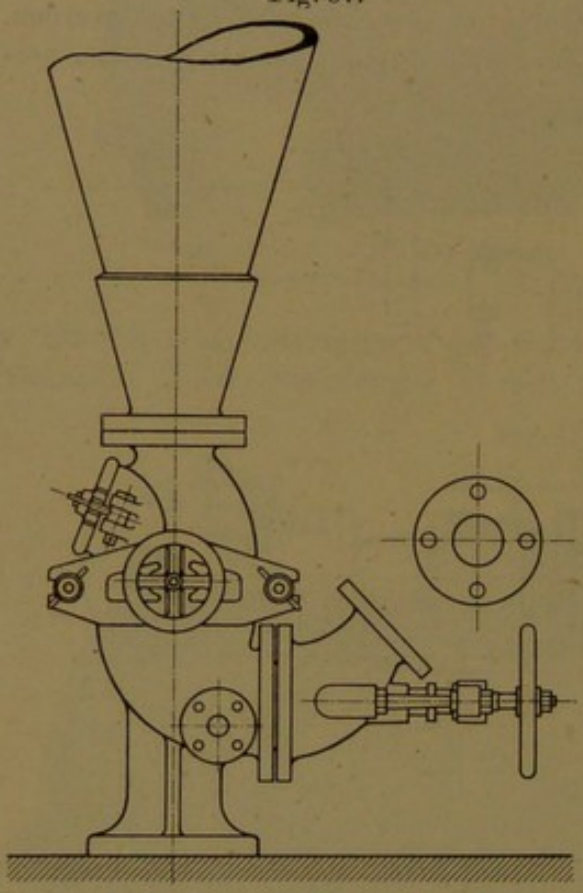
meiden, daß doch einmal grobe Verunreinigungen mit in den Dämpfer kommen, die den Ausblasestutzen zulegen und eine Störung verursachen können. In solchen Fällen ist der Steinfänger speziell bei Kartoffeldämpfung sehr angebracht, der eine derartige Störung leicht zu überwinden gestattet.

Das Sicherste ist immer eine rationelle Reinigung des Rohmaterials auch für die Dämpfung, wenigstens eine solche von Staub, größeren Holz- und Steinteilen und Sand. Halbkörner schaden natürlich nicht; auch Staub würde durch die Dämpftemperatur wohl bakteriologisch unschädlich gemacht, ergibt aber Bräunung der Masse und der Maische. Der Sand im Rohmaterial verursacht starke Abschürfungen des Henzemantels, die allmählich diesen sehr bedenklich schwächen können. Nicht unerwähnt möchte der Verfasser lassen, daß diese Kochgefäße, wie die Henzedämpfer, amtlicher Genehmigung, Überwachung und Revision unterliegen.

Was nun die Größe der Dämpfer anlangt, so haben wir weiter oben angeführt, daß wir auf 100 kg Rohfrucht etwa 200 Liter Wasser zu nehmen haben, in die dann noch das aus dem Dampf sich bildende Wasser hinein-

kocht, so daß also die gedämpfte Masse den Raum der 100 kg Mais und der 240 Liter Wasser einnimmt. Ein Hektoliter Mais wiegt etwa 73 bis 75 kg, so daß 100 kg den Raum von etwa 126 bis 130 Litern einnehmen. Für 100 kg gedämpften Mais ist also ein Raum von 240 + 130 = 370 Liter zu rechnen. Nun ist aber zu bedenken, daß die kochende, durch einströmenden Dampf oder Rührwerk bewegte Masse über sich im Dämpfer noch einen freien Raum benötigt, damit eine Bewegung möglich ist und verhindert wird, daß Teilchen aus der Masse nach oben in den Stutzen des Sicherheitsventils geschleudert werden und Verstopfungen verursachen. Es müssen also mindestens für 100 kg Rohfrucht 400 Liter Kochraum im ganzen berechnet werden. Wo Verarbeitung von Kartoffeln in Frage kommen kann, ist, wie überhaupt, etwas reichlichere Bemessung des Dämpferinhalts von Nutzen, so daß man also besser, wenn angängig, auf 100 kg Mais 450 bis 500 Liter Raum rechnet.

Fig. 87.



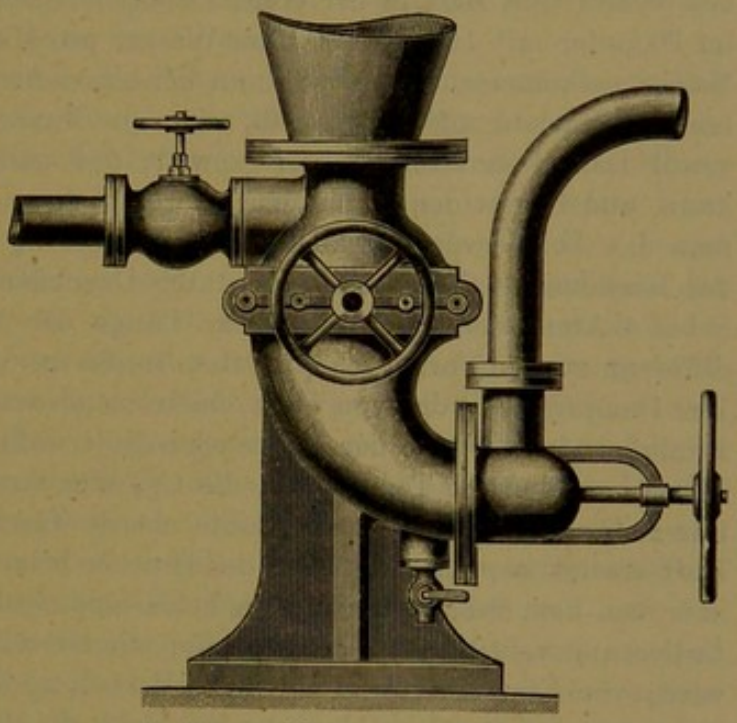
Ausblasevorrichtung mit Steinfänger.

Sehr wichtig ist die Bauart des Mannlochs, des Verschlußdeckels, der nicht mehr aus Gußeisen hergestellt werden darf. Gußeisen ist überhaupt am Henzedämpfer selbst verboten, nur die anschließenden Armaturen selbst können aus Gußeisen bestehen, z. B. die Dampfventile und die Traglappen. Die oft vorkommenden Henzedämpferexplosionen haben mit Recht diese Vorschriften gezeitigt. Meist kommen solche Unfälle vor durch Schwächung des Mantels durch die Reibung der mit der ungenügend gereinigten Rohfrucht hineingekommenen Sandmengen und dann auch durch unrichtige Handhabung des Mannlochverschlusses. Die den Zwischenraum zwischen Mannlochdeckel und Mannlochkranz abschließende Dichtung hält natürlich nicht lange dicht. Anstatt sie zu erneuern, wurde vielfach die Schraube am Mannloch unter Anwendung äußerster Gewalt angezogen, was den Zweck nicht erfüllte, dafür aber den Deckel beschädigte und zersprengen half, wenn die während des Dämpfens eintretende Erwärmung das Metall zur Ausdehnung zwang, der der Druck der Schraube allzu großen Widerstand entgegensetzte. Man findet ja sehr häufig Unkenntnis über die ungeheure Kraft, die mit einer Schraube ausgeübt werden kann und die in obenerwähntem Falle zur Sprengung des Deckels führen muß. Es ist immer auch damit zu rechnen, daß die Erwärmung des Dämpfers große Spannungen mit sich bringt und deshalb bei guter Dichtung für sich noch einmal Deckel und Kranz des Mannlochs ineinanderpreßt. Also bei Undichtwerden der Verpackung sofort diese erneuern und nicht dem Mannlochverschluß durch unsinniges Zusammenschrauben Spannungen zumuten, für die er nicht berechnet sein kann und für die außerdem der Er-

folg fehlt. Besonders sei auf eine Unterlassungssünde aufmerksam gemacht. Ehe der Mannlochdeckel zugelegt wird, ist die Abdichtungsfläche von etwaigen Rohstoffteilchen zu reinigen, die sonst einen richtigen Verschluß unmöglich machen selbst bei Überbeanspruchung der Druckschraube.

Außerdem sei die Zweckmäßigkeit der Isolierung des Henzedämpfers erwähnt, bei der er auf seiner ganzen äußeren Oberfläche einen Überzug von Wärmeschutzmasse erhält, die verhindert, daß Wärmeverluste aus dem Henze heraus eintreten und den ganzen Raum belästigend heiß machen. Die Isolierung läßt man am besten durch Fachleute vornehmen. Beim Einlauf des Rohstoffs ist ein passender Blechschutz der Isolierung vorzusehen sowohl gegen Wasser, das beim Befüllen des Henze verspritzen, die Bekleidung aufweichen, von der Kocherwand lösen und an ihr herunterrieselnd Rostanfressungen verursachen kann, als auch gegen Beschädigungen, die das auffallende Rohmaterial verursachen könnte.

Fig. 88.



Ausblasevorrichtung mit Steinfänger.

γ) Die Praxis der Dämpfung. αα) Von Mais. Was nun die Kocharbeit als solche anlangt, so vollzieht sie sich in verschiedener Weise, je nachdem der Rohstoff ganz oder zerkleinert der Einwirkung des Hochdrucks ausgesetzt wird.

Da von vielen Seiten die Aufschließung im ganzen Korn als verlustbringend angesehen wurde sowohl wegen des größeren Dampfverbrauchs als auch wegen der behaupteten Zerstörung von Stärke bei den nötigen Drucken und Temperaturen, ging man teilweise wieder dazu über, den Mais oder ähnlichen Rohstoff zerkleinert unter Hochdruck zu dämpfen. Die Feinheit des dann zu verwendenden Schrotes richtet sich nach der Verwendung zu einem der beiden Hefenverfahren, also danach, ob die Hülsen als solche noch etwas erhalten bleiben sollen oder nicht. Kommt das alte Verfahren in Betracht, dann ist auch eine ziemlich feine Schrotung des Maises zu wählen, der sich aber auch mit einfacher Dämpfung bei 100° unter Zusatz von etwas Malz oder statt dessen Schwefelsäure ganz aufschließen läßt, besonders wenn später, wie üblich, die Maischmühle die Arbeit unterstützt. Für das Lüftungsverfahren kommt aber die möglichste Erhaltung der Hülsen in Betracht, die eine Filterschicht bilden helfen sollen. Um nun die vermeintlichen Verluste der Hochdruckdämpfung zu umgehen, wird der Mais vorher eingeweicht oder geschroten.

Die Verarbeitung des geweichten Maises vollzieht sich so, daß der Mais einfach im Dämpfer selbst über Nacht eingeweicht und andern Tags gedämpft wird. Das geht nur, wenn der Henzedämpfer für eine Tagesoperation

benützt wird oder die entsprechende Anzahl Dämpfer vorhanden ist, was kostspielig und unpraktisch wäre. Außerdem ist auch die Wirkung der Weiche über Nacht bei richtiger Leitung der Dämpfung in kürzerer Zeit zu vollziehen, so daß mit einem Dämpfer verschiedene Dämpfungen an einem Tage vorgenommen werden können.

Es kommt deshalb die Arbeit mit geweichtem Mais nur nach folgendem Schema in Betracht, das aber für sich einen kleinen Bau mit besonderer Einrichtung erfordert. Der gut gereinigte Ganzmais wird tags zuvor in besonderen Einweichbottichen in den für den kommenden Tag erforderlichen Einzelmengen eingeweicht. Einige Stunden vor dem Dämpfen wird das Wasser abgelassen, so daß der Mais etwas abtrocknet. Aus den Weichgefäßen kommt er nun auf eine Quetsche, die ihn zerdrückt an den Henzedämpfer weitergibt, in dem schon das erforderliche Dämpfwasser eingefüllt ist. In Anbetracht des bereits vom Mais in der Weiche aufgenommenen Wassers kann man dann im Dämpfer mit 160 bis 180 Liter Wasser pro 100 kg angewandten trockenen Maises auskommen. Man läßt nun bei blasendem Entlüftungsventil (s. oben) langsam Kochdampf ein, schließt, wenn die Masse kocht und dem Entlüftungsventil Dampf entströmt, dieses soweit, daß gerade noch Dampf entweichen kann, und bringt den Dampfdruck auf $1^1/_2$ Atm. Ist das erreicht, so schließt man das Abblaseventil und läßt etwa $^1/_4$ bis $^1/_2$ Stunde stehen. Dann wird der Kochdampf abgesperrt und durch Druckdampf eine Spannung von etwa 3 bis 4 Atm. erzeugt, je nach der Länge der Maisleitung und der Höhendifferenz zu den Vormaischapparaten, in die der gekochte Mais gedrückt wird. Der Dampfdruck, der von oben einströmend den Dämpfer entleert, ist ohne Einfluß auf die Farbe der Masse oder die erwähnten Verluste an Stärke. Die Masse hat bloß die Temperatur, die $1^1/_2$ Atm. entspricht. Der Druckdampf ist nur Beförderungsmittel und könnte ebenso durch entsprechend komprimierte Luft ersetzt werden. Die Wahl des Druckes beim Entleeren des Dämpfers muß aber von dem Gesichtspunkte aus betrachtet werden, daß bei wenig geöffnetem Entleerungsventil unten am Dämpfer die Gewalt, mit der die Masse entleert wird, von Einfluß ist auf die feine Verteilung derselben. Man darf deshalb nicht nur den Druck wählen, der hinreicht, die Höhendifferenz zwischen Henze und Vormaischer zu überwinden, die oft sehr gering ist, sondern soll, um das Ausblasen rationell wirken zu lassen, einen Druck von 3 bis 4 Atm. wählen, der ja nur die Oberfläche der Masse belastet, sich aber ihr selbst nicht als Temperaturerhöhung mitteilt. Für obige Maisverarbeitung muß der Verfasser unbedingt die Verwendung von Dämpfern mit Rührwerk verlangen, womit die liegenden ja stets ausgerüstet sind und die stehenden versehen sein sollten. Auch ist zu beobachten, daß bei diesem Verfahren die Temperatur des Wassers im Henze beim Einquetschen des geweichten Maises nicht zu hoch genommen wird; sie muß unter der Verkleisterungstemperatur liegen, damit sich nicht aus der gequetschten Masse Klumpen bilden, die außen verkleistern und sich bei den $1^1/_2$ Atm. später nicht mehr aufschließen.

Die so gewonnenen Massen gedämpften Maises sind ja ziemlich hell und flüssig; der erhoffte Mehrgewinn an Hefe und Spiritus ist aber kaum so bemerkenswert, daß die umständliche Arbeit und kostspielige Anlage eine Gegenleistung hätte.

Es gibt Betriebe, die wieder — trotz Vorhandensein dieser Anlage — zu der gewohnten Verarbeitung des ganzen Maises mit Hochdruck übergegangen

sind. Die Dampfersparnis bei obigem Verfahren kann nicht groß sein, denn dessen Hauptverbrauch vollzieht sich bis zum Kochen der Masse; der weitere Prozeß ist eine Unterhaltung des Kochens, die wenig Dampf beansprucht. Wenn also nicht ganz bedeutende Mehrausbeuten an Hefe und Spiritus eintreten, ist die oben beschriebene Methode nur eine Erschwerung der Arbeit. Diese großen Mehrausbeuten aber fehlen; wo sie vielleicht vorkamen, lag vermutlich früher bei der einfachen Dämpfung falsche Arbeit vor, deren Beseitigung die ganze umständliche Mais-Weich-Quetsch-Arbeit unnötig gemacht hätte. Wie oben angegeben, ist es dringend nötig, daß man bis kurze Zeit ($^1/_4$ bis $^1/_2$ Stunde) vor Schluß der Dämpfung, deren Dauer von der angewandten Menge Rohstoff und der Henzebauart abhängig, also Erfahrungstatsache ist, durch das obere Abblaseventil etwas Dampf wegläßt, damit der vom Rührwerke bewegten Masse stets von unten wieder kleine Dampfmengen zugeführt werden und eine sichere Durchkochung zuteil wird, die nicht eintritt, wenn die Masse einfach unter Druck steht.

Die Verarbeitung des geschrotenen Maises wird ebenfalls gewählt um die Vorteile einzuheimsen, die die gewöhnliche Arbeit des Ganz-Mais-Dämpfens nicht gebracht hatte oder haben sollte. Für das Lüftungsverfahren kommt dabei ein ganz grob gebrochener Mais in Betracht, bei dem das Korn etwa in zwei bis vier Teile zerlegt ist. Man hat nun da und dort zuerst diesem Maisschrot durch Extraktion mit den gewohnten Lösungsmitteln das Fett entzogen, das allerdings für die Fabrikation wertlos und je nach Maissorte bis zu 5 Proz. und darüber vorhanden ist. Diese Anlagen kosten ja Geld, arbeiten aber dadurch nicht teurer, weil das Extraktionsmittel beim Gewinnen, des Öls aus der Extraktflüssigkeit wieder gewonnen werden kann. Allerdings bedeutet die Entölung des verwendeten Maises eine Minderung des Wertes der Fabrikationsabfallprodukte (Treber und Schlempe) für die Landwirtschaft. Ob auch der für das gewonnene Öl erzielte Verkaufspreis in erforderlichem Verhältnis steht zu den Anlagekosten, den Abschreibungslasten und dem Betriebsaufwand, entzieht sich der Kenntnis des Verfassers. Durchgeführt wird die Entfettung aus begreiflichen Gründen bei der Herstellung von feinstem Maismehl, das zu feineren Backzwecken Verwendung findet. Da erleichtert die Entfettung die Gewinnung einer schönen schmackhaften Maismehlware. Es könnte auch sein, daß die Fettextraktion bei dem Mais, der für die Hefenfabrikation bestimmt ist, die Gewinnung eines besseren Spiritus ermöglicht bzw. dessen Qualität erhöht, was aber bei dem Lufthefenspiritus seinen sonst noch vorhandenen starken Verunreinigungen (zusammenhängend mit seiner Gewinnung bei großer Luftzufuhr) kaum bemerkbar und im Preise bewertbar sein dürfte. Da fürs alte Verfahren die Dämpfung nur bei 100° C beliebt und angewendet ist, also eine Zersetzung des Fettgehalts nicht eintritt, so wird auch der im alten Verfahren gewonnene Qualitätsbranntwein von der Mais-, also Öl-Mitverarbeitung nur sehr unbedeutend beeinflußt, die ja für Deutschland nicht mehr in Frage kommt, wenn mit dem alten Verfahren „Kornbranntwein“ gewonnen werden soll.

Der grob geschrotene Mais wird nun in das richtige Quantum Wasser im Dämpfer eingefüllt, der unbedingt für diesen Fall ein Rührwerk haben muß. Bei blasendem Entlüftungsventil wird nun langsam der Druck bis auf 2 bis $2^1/_2$ Atm. gesteigert. Dann wird der Kochdampf zugleich mit dem Entlüftungsventil abgesperrt und das Ganze unter diesem Druck etwa $^1/_4$ bis $^1/_2$ Stunde

stehen gelassen, so daß die Gesamtdauer einer Kochung etwa zwei Stunden beanspruchen wird, eine Zahl, die erfahrungsgemäß je nach Menge und Art des Rohstoffs und der Bauart des Dämpfers nach oben abzuändern ist. Ausschlaggebend ist der Befund einer Probe der gedämpften Masse; sie muß eine dünne Flüssigkeit darstellen, in der die Hülsenteile stärkefrei, sauber herumschwimmen. Wird eine kleine Menge Dämpfmasse mit Wasser verdünnt, dann müssen die herausgeholten Hülsen blank erscheinen. Da diese infolge der Schrotung etwas zerrissen sind, so ist, wenn die Dämpfung fertig ist, beim Entleeren des Dämpfers achtzugeben, daß das Entleerungs(Ausblase-)ventil nur schwach geöffnet wird; denn die Masse ist infolge der Schrotung flüssiger. Beim Überdrücken des Maises in den Vormaischbottich ist wieder der Kochdampf zu schließen und durch Öffnen des Druckdampfventils die Dämpfmasse mit entsprechender Gewalt durch das schwach geöffnete Ausblaseventil hindurchzupressen. Bei Dämpfung des geweichten und des geschrotenen Maises ist dieses scharfe Ausblasen nicht so sehr von Wichtigkeit wie bei der Kochung von ganzem Mais, doch sollte trotzdem ein Druck gewählt werden, der etwa mindestens 3 Atm. beträgt und bewirkt, daß die am Ausblaseventil vorbeigepreßten Hülsen sich der anhängenden Stärke ganz entledigen und diese fein verteilt der Masse mitteilen.

Die Verarbeitung des ganzen Maises. Diese Art der Arbeit ist wohl die verbreitetste, einfachste und nach des Verfassers Ansicht dabei zweckmäßigste. Daß sie einfach ist, liegt in der Natur der Sache, weil sie gestattet, die vorgereinigte Rohfrucht ganz zu verarbeiten, ohne Umschweife und Mehrkosten, die bei den vorbeschriebenen Methoden nicht ausbleiben. Die strittige Frage ist nur die, ob bei den anzuwendenden Temperaturen wirklich Verluste durch Zerstörung von Stärke und anderen Bestandteilen eintreten und ob die beobachtete Bräunung der gedämpften Masse tatsächlich dafür einen Beweis bilden kann bzw. bildet.

Wissenschaftlich steht wohl fest, daß Zucker bei höheren Temperaturen sich zersetzt, bräunt, Caramel bildet; die Rohfrüchte enthalten ja auch alle vorgebildeten Zucker und Enzyme, die vielleicht dessen Menge bei dem langsam einsetzenden Dämpfungsprozeß vermehren können, so daß allzu hohe Temperaturen einen Zerfall und Verlust an gärfähiger Substanz veranlassen könnten. Die Temperaturen, die die Zersetzung bedingen, stehen aber nicht ziffernmäßig fest, so daß hier allein die Erfahrung für den Betrieb ausschlaggebend sein kann. Die Frage ist also: Bei welcher Mindesttemperatur oder, was das Gleiche ist, bei welchem Mindestüberdruck erhalten wir aus der Rohfrucht beste Aufschließung, völlig verflüssigte Stärke und reine Hülsen, und sind diese Drucke die Ursache von Zerstörungen vorhandenen Zuckers oder verflüssigter Stärke? Einen Anhaltspunkt für den Grad dieser Zersetzungsvorgänge sollte die Färbung der gedämpften Masse bilden. Gewiß! je höher der Druck, desto dunkler sind meist die Dämpfmassen, aber nur bei Überschreitung von bestimmten Drucken und bei gleichem Rohmaterial bei sehr verschiedenen Drucken. Die Farbe der gedämpften Masse ist viel weniger abhängig von der Temperatur (Druck), als von der Farbe der Rohfrucht, also deren Schale. Der Mehlkörper ist ja meist weiß, so daß als Färbungsmittler nur die Hülse oder Schale in Betracht kommen kann. Je nach deren Farbe wird bei gleicher Temperatur (Druck) ein verschieden gefärbtes Dämpfgut gewonnen und zwar kann man sogar beobachten, daß bei geringerem Druck

manchmal helle Maise dunklere Kleister geben als dunklere Maise bei gleicher Behandlung. Es ist also nicht die Farbe der Hülsen allein, die hier mitspielt, sondern deren Zusammensetzung. Die sie bildende Cellulose ist wohl prozentisch ein einheitlicher Körper, aber nicht ihrem stereochemischen oder Gruppenaufbau nach, worüber der Verfasser seine Ansicht unter „Cellulose“ und „Diastase“ zu äußern sich erlaubte. Es kann also in Betracht kommen, daß das Hülsenmaterial je nach seinem Aufbau durch den Hochdruck bzw. die ihm entsprechende Temperatur Umsetzungen erleidet, daß es vielleicht unter Mitwirkung geringer Säuremengen oder aus dem Rohmaterial stammender saurer Salze geringe Mengen eines Zuckers bildet, der bei allzu hoher Temperatur sich bräunt. Da nun aber die Farbe der Schalen des Rohstoffs bei der des gewonnenen verflüssigten Stärkekleisters mitspielt, so ist sie auch direkt kein Anhaltspunkt für den Grad oder überhaupt für das Vorhandensein von Stärke- oder Zuckerzersetzungen. Reine Stärkelösungen (1 Tl. + 5 Tle. Wasser) bräunen sich bei 4 Atm. Druck nicht; es müssen also wohl andere Stoffe sein, die hier mitspielen.

Bei gleich hellem Rohmaterial und gleicher Arbeit weisen die leeren Hülsen des erhaltenen dünnen Stärkekleisters ganz verschiedene Färbungen auf. Wie oben erwähnt, könnte also vorderhand nur die Praxis die Frage lösen, ob die hohen Temperaturen, die bei Verarbeitung von ganzem Mais unter Hochdruck sich als nötig erweisen, Verluste an Stärke oder Zucker mit sich bringen oder nicht. Und, wenn ja, ob diese so nennenswert sind, daß sie angesichts der billigen einfachen Dämpfungsweise in Betracht kommen gegenüber den nicht feststehenden Gewinnen der Verarbeitung von geschrotenem oder geweichtem Mais mit ihren nicht unbeträchtlichen laufenden und einmaligen Aufwendungen an Arbeit und Geld. Der Verfasser möchte nach vielen Versuchen seine Ansicht dahin kundgeben, daß bei sachgemäßer Dämpfung Temperaturen zur Anwendung kommen, die keine nachweisbaren Verluste und deshalb auch keine Nachteile zur Folge haben; daß also die Dämpfung des ganzen Maises oder der ganzen Rohfrucht als einfachste Arbeitsweise ohne Nachteile eine vollständige Aufschließung gewährleistet. Zugegeben sei, daß mit zunehmendem Dampfdruck die Farbe des gekochten Maises dunkler wird; dies tritt aber nicht gleichmäßig ein, sondern je nach Art des Maises und seiner natürlichen Färbung. Sehr wahrscheinlich ist, daß innerhalb der gebräuchlichen Drucke die Braunfärbung nur von angegriffener Cellulose und nicht von zerstörter Stärke herrührt. Versuche mit dem gleichen Mais, als Schrot oder eingeweicht bei niederem Druck gedämpft, ergaben auch bei Wiederholung keine Unterschiede, die nicht auch sonst vorkämen. Schwankungen der Hefenausbeute und der an Spiritus sind immer zu konstatieren, selbst bei bester Arbeit, da ja die täglich vermaischten Stoffe nie so absolut genau gewogen werden und außerdem kleine Schwankungen im Wassergehalt aufweisen, wie das bei Grünmalz der Fall ist und besonders ins Gewicht fällt, wenn nicht stets die eingeweichte Gerstenmenge als Grünmalz auf einmal zur Verarbeitung gelangt. Ein deutliches Mehr kann also mit den beiden Verfahren bei niederem Druck nicht festgestellt werden gegenüber dem der Dämpfung der ganzen Rohfrucht bei etwas höherem Druck. Nur möchte der Verfasser empfehlen, für Maisdämpfung stets Henze mit Rührwerk zu verwenden. Andernfalls ist nicht ausgeschlossen, da der verwendete Maximaldruck 4 Atm. nicht übersteigen darf, der Kesseldruck aber

meist 5 bis 8 Atm. beträgt, daß bei ungenügender Bewegung der zu dämpfenden Masse nur durch die Dampfeinströmung an dem Eintritt des Dampfes vorübergehend zu hohe Temperaturen herrschen, also die vom einströmenden Dampf freiwerdende Wärme nicht schnell genug verteilt und unschädlich gemacht wird. Der Verfasser glaubt einen Teil der schlechten Erfahrungen bei der Maisdämpfung im ganzen Korn auf solche Zufälle zurückführen zu sollen. Man kann sich ja durch Einschaltung eines Reduzierventils etwas gegen solche Vorfälle schützen, aber die Reduzierventile können auch versagen, so daß die vermutete Sicherheit illusorisch ist. Die Kochung von Mais erfordert, wie überhaupt die Arbeit mit dem Henzedämpfer, die gleiche Sorgfalt wie die Bedienung eines Dampfkessels, bei dem bei bester Anlage ohne richtige Aufsicht des Heizers Zwischenfälle nicht auszuschalten sind. Der Verfasser wiederholt deshalb die Mahnung, zur Dämpfung für Preßhefenzwecke nur Henzedämpfer mit Rührwerk zu verwenden, mit denen allein sachgemäße, sichere Arbeit möglich ist. Sehen wir nun zu, wie sich diese abwickelt. Auf 100 kg Mais sind ja 400 Liter Kochraum zu rechnen, wonach die Größe des Dämpfers sich ergibt aus der Menge des zu kochenden Rohstoffs. An Wasser füllt man in den Dämpfer so viel, daß auf 100 kg Getreide 200 Liter Wasser kommen. Das Wasser ist am besten schon etwas vorgewärmt, wie es in Preßhefenfabriken reichlich zu Gebote steht. Bei ganzer Rohfrucht ist man auch unabhängiger wegen der Temperatur des Wassers, da die ganzen Körner Klumpenbildung ausschließen. Das Ausblaseventil ist beim Einlassen des Wassers geschlossen, wonach stets vor Beginn der Dämpfung zu sehen ist, damit keine Ungelegenheiten eintreten. Ist die genügende Heißwassermenge eingefüllt, so läßt man das Rührwerk gehen und gibt etwas Kochdampf, damit speziell bei dem konischen Dämpfer der einzufüllende Mais sich nicht im Konus festsetzen kann, in den das Rührwerk nicht ganz herunterreicht, ein Nachteil, den der liegende Dämpfer nicht hat, in dem aber der Mais in den Zwischenräumen der Rührstäbe wenig belästigt wird. Die kleine Dampfgabe beim Einleeren des Maises ist auch Zeitersparnis; man kann sie so regulieren, daß kurz nach Einfüllen des Maises und Schließen des Deckels die Masse zu kochen anfängt. Vorsichtshalber empfiehlt es sich oben beim Einlauf des Maises in die Öffnung des Mannlochs einen kleinen Korb aus weitmaschigem Drahtgeflecht einzuhängen, um sicher größere Teile zurückzuhalten, die den Henze beschädigen und die Leitungen verstopfen könnten. Zweckmäßig ist der Henzedämpfer so aufgestellt, daß die Rohfrucht vom oberen Boden aus eingeleert werden kann.

Ist der Mais oder die Rohfrucht eingeleert, so wird die Dichtungsfläche des Mannlochdeckels von etwa daraufliegenden Teilchen der Rohfrucht gesäubert und dann das Mannloch geschlossen. Das am Sicherheitsventilstutzen befindliche Abblase(Entlüftungs-)rohr wird geöffnet. Nachzusehen ist — das ist wichtig — daß das Druckdampfventil fest schließt, da sonst leicht Dampf von oben während der Kochung eintritt und einen Druck verursacht, der nur über dem Maise, aber nicht als entsprechende Temperatur im Maise herrscht. Man gibt nun Kochdampf, bis dem Abblaseventil Dampf entströmt, also alle Luft entwichen ist. Schließt man das Abblaseventil zu früh, so enthält der Kochraum noch Luft, die bei der Erwärmung in starke Spannung gerät, da sie sich nicht ausdehnen kann, und einen falschen Druck am Manometer insofern anzeigt, als dieser auch nur über dem Maise herrscht; der Mais selbst ist dabei nicht so heiß, als der Druckanzeige entsprechen würde. Man

läßt nun so viel Dampf bei blasendem Ventil einströmen, daß das Manometer etwa bei 0 Atm. stehen bleibt, der Mais also nur sozusagen 100° heiß ist. Dies dauert etwa eine Stunde; das Rührwerk geht ja vom Einfüllen des Maises an. Nach einer Stunde schließt man das Abblaseventil etwas bei gleicher Dampfgabe, so daß etwa in einer Stunde der Druck von 0 auf $2^1/_2$ Atm. steigt; nun aber steigert man den Druck rasch auf 3 bis $3^1/_2$ Atm. (je nach Art des Maises, der je nach seinem Herkommen und Wassergehalt sich verschieden leicht aufschließt), schließt dann das Abblaseventil und läßt unter Regulierung des Kochdampfes eine halbe Stunde bei diesem Druck stehen. Man gibt während dieser Zeit nur so viel Dampf, daß die natürliche Abkühlung des Maises im Dämpfer ausgeglichen wird und der Druck sich hält. Der Verfasser betont nochmals, daß die Wahl des Druckes von $3^1/_2$ Atm. ohne jede Gefahr für die Stärke gewählt werden kann, wenn es die Maissorte verlangt. Die Hauptsache ist, daß das Rührwerk stets läuft und den steten Temperaturausgleich im Innern schafft. Meist hat der Verfasser zum Schluß $3^1/_2$ Atm. angewendet und damit sehr gut gearbeitet, ohne irgend welche Nachteile gegen niedere Dämpfmethoden zu haben. Im Gegenteil glaubt der Verfasser sagen zu dürfen, daß bei $3^1/_2$ Atm. bei gleicher Hefenausbeute meist etwas mehr Spiritus gezogen wird gegenüber der Verarbeitung von Mais bei niedrigerem Drucke.

Ist die Dämpfung fertig, so wird der Kochdampf abgestellt und Druckdampf zugelassen, bis das Manometer als Druck über dem Mais 4 Atm. zeigt, Das Rührwerk läßt man noch gehen. Ist im Vormaischbottich alles vorbereitet, so wird das Ausblaseventil so weit geöffnet, daß die Maismasse gerade noch sich durchpreßt. Drückt man den Mais zu rasch, dann ist die Zerreißung der Körner ungenügend. Man darf nicht vergessen, daß der Druck im Dämpfer es hindert, daß die Rohfrucht schon in ihm zerplatzt und ihren Inhalt auslaufen läßt. Erst in dem Moment des Druckausgleiches beim Verlassen des Dämpfers und bei dem Vorbeipressen der Masse durch das scharfkantige, schwach geöffnete Ausblaseventil sprengt der Quellungsdruck im Innern der Körner und Zellen die Fesseln und gibt den Inhalt frei, der sich nun in feinster Verteilung in der dünnflüssigen Masse findet, in der die leeren Hülsen herumschwimmen. Während des Ausblasens ist es gut, den Druck mittels Regulierung des Druckdampfventils bei 4 Atm. zu halten. Sobald der Dämpfer nahezu leer ist, was man an dem Gange des Rührwerkes, das dann abgestellt wird, und an dem stark zurückgehenden Druck des Manometers merkt, schließt man den Kochdampf und läßt den Dämpfer sich entleeren. Ist das Manometer auf 0° zurück, so schließt man noch einmal das Ausblaseventil, gibt Druckdampf bis auf 4 Atm., sperrt diesen rasch ab und öffnet schnell das Ausblaseventil, damit die im Henze noch zurückgebliebenen, von den Wänden zusammengelaufenen Maismengen hinausgejagt werden und die Maisdruckleitung ausgeblasen wird, in der sonst leicht der zusammenlaufende Maisbrei Pfropfen, Verstopfungen, bildet und die nächste Entleerung des Henzedämpfers erst nach deren Entfernung gestattet. Sofort nach der Entleerung ist das Ausblaseventil zu schließen. Wird dies vergessen, so können nach Einfüllen des Wassers und des Maises die Körner sich durchdrücken, das Schließen des Ausblaseventils und damit die neue Kochung unmöglich machen. Auf oben beschriebene Weise gedämpft, wird der ganze Mais stets die gleichen Resultate geben wie bei der Verarbeitung als Schrot oder eingeweichte Frucht.

Wichtig dabei ist, daß gleich beim Einfüllen des Maises das Rührwerk eingerückt wird; der Mais setzt sich sonst im Konus des stehenden oder am Boden des liegenden Dämpfers sehr fest zusammen und wird von dem einströmenden Dampf stark gebräunt und angegriffen. Deshalb läßt man gleich von Beginn des Maiseinschüttens an das Rührwerk laufen, so daß der einlaufende Mais mit dem einströmenden Dampf sofort und gleichmäßig im Wasser verteilt wird. Sehr zu empfehlen ist auch das Kochen des Maises bei blasendem Entlüftungsventil ohne Druck, also bei 100° etwa während einer Stunde, weil dadurch der Mais gleichmäßig durchgeweicht und für die Einwirkung der kommenden höheren Temperatur vorbereitet wird.

Natürlich wird da und dort eine andere Methode ebenfalls zu gutem Ziele führen, doch dürften die meisten der oben angegebenen ähnlich sein, die vom Verfasser jahrelang durchaus erprobt ist.

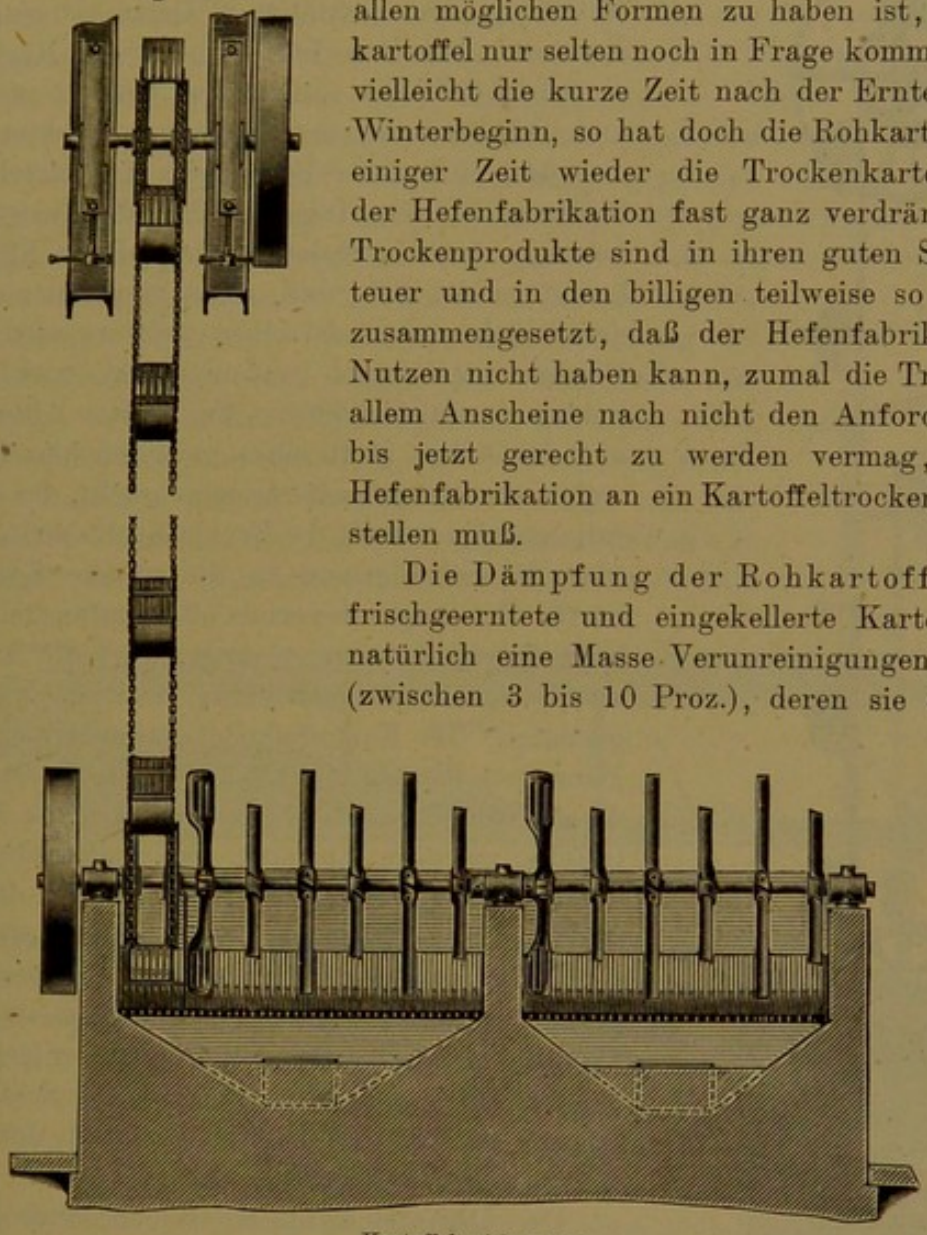
ββ) Die Dämpfung von Manioka und Reis. Genau wie Mais läßt sich jede andere ähnliche Rohfrucht verarbeiten, die als Maisersatz in Frage kommt, z. B. Manioka und Reis.

Manioka wird, wie weiter oben erwähnt, erst im Desintegrator gebrochen und danach mit Walzenstühlen zu feinem Schrot verarbeitet, der dann im Dämpfer, der unbedingt ein Rührwerk haben muß, bei maximal etwa 2,5 Atm. gedämpft wird. Manioka in gröberen Stücken zu dämpfen ist nicht ratsam, weil der Mehlkörper völlig faserig durchwachsen ist und von außen Verkleisterung der groben Stücke eintritt, die dem weiteren Zutritt der Temperatur Widerstand entgegensetzt, also schlechte Kochung verursacht. Die Manioka sollte wenigstens die Maiskorngröße haben, dann dürfte aber ein Enddruck der Kochung von 3 bis $3^1/_2$ Atm. wenigstens auf 10 bis 15 Minuten zu empfehlen sein; bei feinerem Schrot genügen allerdings 2,5 Atm. Das Wasserverhältnis kann wie bei Mais genommen werden, wenn es auch, da Manioka etwa 70 bis 75 Proz. Stärke enthält, zweckmäßig ist, wo angängig, etwas mehr, etwa 220 bis 250 Liter Wasser auf 100 kg Maniokaschrot zu nehmen. Für Deutschland wird Manioka wenig in Frage kommen wegen ihres Preises, der sie nur mehr neben Mais stellt. Da sie sehr wenig Eiweiß enthält, kommt sie nur als Maisersatz in Betracht; ihre Verwendung ist also Geldfrage. In Frankreich ist sie zeitweise billig zu haben, wie auch in den südlichen Ländern überhaupt. Bei uns würde ihre Verwendung Erhöhung der Spiritusausbeute bedeuten, die meist nicht erwünscht ist, wenn sie nicht mindestens mit Vorteil errungen werden kann, wie z. B. bei gleichem Preise von Mais und Manioka. Aber bei den Kürzungen des Durchschnittsbrandes und der auf seine Überschreitung festgelegten hohen Betriebsauflage ist der mehr erzeugte Alkohol unter Umständen für Deutschland kein gern gesehener Gast. Ihre Verarbeitung ist also abhängig vom Preise gegenüber Mais und von den Betriebsverhältnissen.

Von den übrigen Rohfrüchten — solche wie Roggen, Weizen, Buchweizen scheiden als Stickstofflieferanten für die Dämpfung ganz aus, die ihren Eiweißwert sehr erniedrigen, wenn nicht aufheben würde — kommt in Betracht noch Reis im ganzen Korn, also ungeschält, wie er in Frankreich und den südlichen Ländern manchmal billig zu haben ist. Er wird dann am besten ungeschroten, nur sehr gut von Staub, Sand und groben Beimengungen gereinigt, direkt wie Mais gedämpft, sowohl in bezug auf Einhaltung der Temperatur (Druck) als auch auf Wasserverhältnis.

γγ) Die Dämpfung der Kartoffel. Wie oben unter den „Rohstoffen“ schon erwähnt wurde, hat man schon lange versucht, sich das leicht assimilierbare Eiweiß dieser Frucht für die Hefe zunutze zu machen, hat aber dabei bis zur Einführung der Trockenkartoffel damit rechnen müssen, daß die frische Kartoffel, um sie in tadelloser Verfassung zu verarbeiten, meist nur einige Monate so zu haben war. Sobald die Überwinterung der Kartoffel in den Mieten anfing, begann auch die Schwierigkeit ihrer Verarbeitung zu guter Hefe. Obwohl heute, da Trockenkartoffel in allen möglichen Formen zu haben ist, die Rohkartoffel nur selten noch in Frage kommen sollte, vielleicht die kurze Zeit nach der Ernte bis zum Winterbeginn, so hat doch die Rohkartoffel seit einiger Zeit wieder die Trockenkartoffel aus der Hefenfabrikation fast ganz verdrängt. Die Trockenprodukte sind in ihren guten Sorten zu teuer und in den billigen teilweise so ungleich zusammengesetzt, daß der Hefenfabrikant den Nutzen nicht haben kann, zumal die Trocknung allem Anscheine nach nicht den Anforderungen bis jetzt gerecht zu werden vermag, die die Hefenfabrikation an ein Kartoffeltrockenprodukt stellen muß.

Fig. 89.

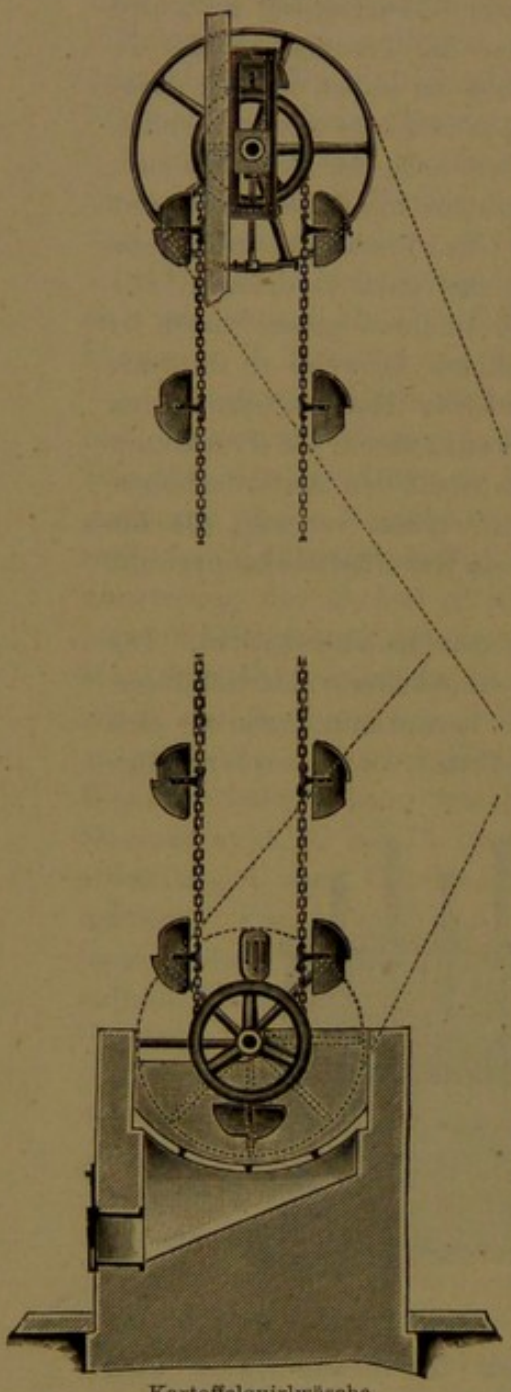


Kartoffelquirlwäsche.

Die Dämpfung der Rohkartoffel. Die frischgeerntete und eingekellerte Kartoffel hat natürlich eine Masse Verunreinigungen an sich (zwischen 3 bis 10 Proz.), deren sie entledigt sein muß, ehe ihre Weiterverarbeitung möglich ist. Zu diesem Zweck wird die im Keller lagernde Kartoffel der Kartoffelwäsche zugeführt, von der vorstehende Fig. 89 und Fig. 90 (a. f. S.) ein Bild geben. Es sind das in Zement gemauerte Behälter mit einzelnen Abteilungen, von denen jede nach einer Seite hin konisch in einen Abzugskanal ausläuft, der mit Schieber verschließbar ist. Der Länge nach über dem Behälter liegt die Achse mit den aufgesetzten Rührstäben, die so gedreht, schräg gestellt sind, daß sie die Kartoffel von der Seite des Einlaufes zu dem Elevator hin bewegen, der die gewaschene Frucht hochnimmt und einem Sammelkasten zuführt, von dem aus sie dem

Dämpfer zulaufen kann. Zweckmäßig ist dieser Sammelkasten, wenn man einigermaßen genau arbeiten will, auf einer Wage montiert, die bei Erreichung des gewünschten Gewichtes die Kartoffelwäsche und die Elevatoren ausrückt, was für die Arbeiter im Kellerraum das Zeichen ist, mit Zuschwemmen der Kartoffeln aufzuhören. Das zur Waschung dienende (wo vorhanden warme) Wasser wird der Kartoffel entgegengeführt, es läuft beim Elevator ein und auf der Seite ab, wo die schmutzigen Kartoffeln einfallen. Die Abteilung der gesamten Wäsche in einzelne Kammern hat den Vorteil, daß die Kartoffel in jedem derselben in reineres Wasser gelangt und daß diese einzelnen Kammern leichter sich von dem unten am Boden sich ansammelnden Schlamm befreien lassen. Die oben erwähnte konische Art des Bodens der Abteile (s. Fig. 90) bringt es mit sich, daß, wenn von Zeit zu Zeit der Schieber eines derselben geöffnet wird, das Wasser rasch nach außen stürzt und allen Schlamm mit fortspült. Vor jedem Abteil ist auf der Achse statt eines gewöhnlichen Rührstabes ein etwas breiterer angebracht, der ebenfalls schräg gestellt die Frucht hochnimmt, aber über die Scheidewand in die andere Kammer wirft. Wo länger dauernde oder umfangreichere Kartoffelverarbeitung vorliegt, wird die Anordnung ungefähr so getroffen, wie in Fig. 91 angedeutet. Im Kartoffelkeller befindet sich eine gemauerte Rinne, in die Wasser eingelassen und die Kartoffel geschaufelt wird. Da die Rinne Gefälle zu dem Elevator hat, so treibt das Wasser die Kartoffeln zu ihm hin, der die angeschwemmte Kartoffel erfaßt, mitnimmt und in die Wäsche entleert, von der sie, wie oben gesagt, zum Sammelkasten und von da zum Dämpfer gelangt. Das Schmutzwasser geht im Boden von der Wäsche bis zu dem Schlammbassin, das von Zeit zu Zeit natürlich der Entleerung bedarf (Fig. 91, links).

Fig. 90.

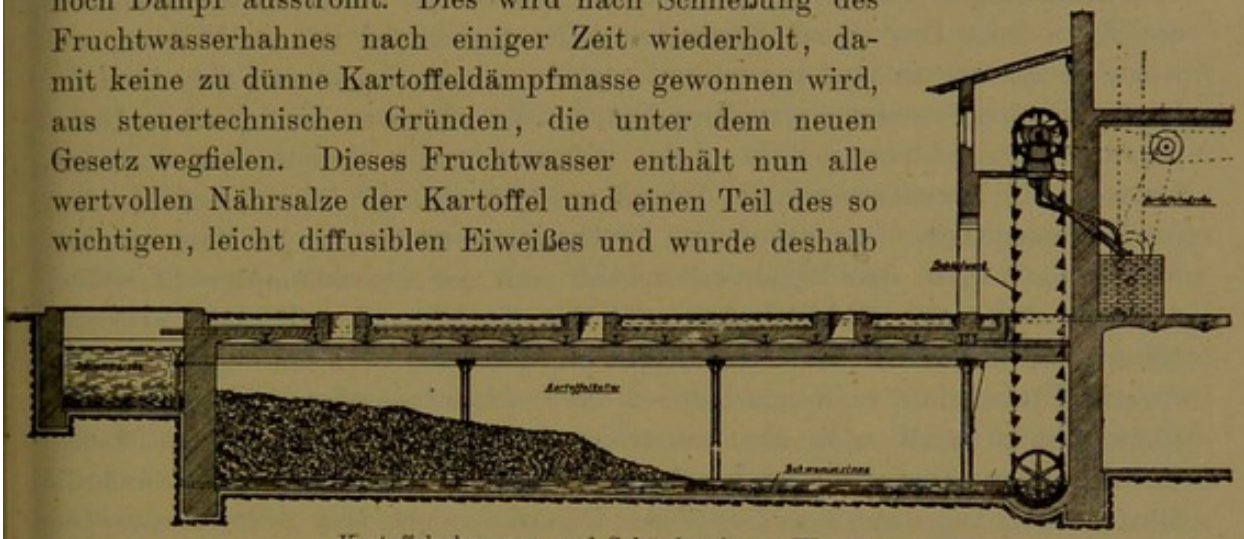


Kartoffelquirlwäsche mit Elevator.

Der Dämpfer kann ein solcher ohne Rührwerk sein, da die Größe der Frucht ein gleichmäßigeres Berühren der Dämpferfüllung durch den Dampf gestattet. Da die Kartoffel eine stark wasserhaltige Frucht ist, die 75 bis 80 Proz. Wasser durchschnittlich enthält, kommen für ihre Verarbeitung andere Verhältnisse in Betracht als z. B. für Mais. Enthält die Kartoffel etwa 80 Proz. Wasser auf 20 Proz. Stärke, so stehen schon vor der Dämpfung für das Stärkemehl in der Rohfrucht größere Wassermengen zu Gebote, als bei der Maisdämpfung in Anwendung gelangen. Da die Rohkartoffel als Ersatz für Mais gedacht ist, so ist eigentlich der Stärkegehalt der Kartoffel die Größe,

nach der die Ersatzmenge berechnet wird. Mais wird durchschnittlich zu 60 bis 63 Proz. Stärkegehalt angenommen. Die Brennkartoffel aber hat durchschnittlich zwischen 16 bis 18 Proz. Stärke, so daß sich ein Ersatzverhältnis 1 : 3,5 ergäbe; für 1 Tl. Mais wären 3,5 Tle. Kartoffel zu nehmen oder für 100 kg 350 kg, die als solche etwa einen Raum von 500 Litern einnehmen, während für die 100 kg Mais nur ein Gesamtkochraum von 400 Litern erforderlich ist. 100 kg Mais benötigen 200 Liter Wasser und enthalten etwa 10 kg (Liter) Wasser; die entsprechenden 350 kg einer 18 Proz. Stärke führenden Kartoffel enthalten 280 kg (Liter) Wasser, so daß bei den 63 Proz. (kg) Stärke des Maises 210 Liter Wasser und bei den ebensoviel Kilogramm Stärke der Kartoffel 280 Liter Wasser zur Verfügung stehen. Dieses Verhältnis hat bis jetzt in der Kartoffelbrennerei Veranlassung gegeben, beim Dämpfen der Kartoffel, das von oben mit dem Druckdampf begonnen wird bei geöffnetem Fruchtwasserhahn am Ausblaseventil, solange den an den kalten Kartoffeln sich kondensierenden Dampf mit dem aus den sich erwärmenden Kartoffeln austretenden „Fruchtwasser“ ablaufen zu lassen, bis nur noch Dampf ausströmt. Dies wird nach Schließung des Fruchtwasserhahnes nach einiger Zeit wiederholt, damit keine zu dünne Kartoffeldämpfmasse gewonnen wird, aus steuertechnischen Gründen, die unter dem neuen Gesetz wegfielen. Dieses Fruchtwasser enthält nun alle wertvollen Nährsalze der Kartoffel und einen Teil des so wichtigen, leicht diffusiblen Eiweißes und wurde deshalb

Fig. 91.



Kartoffelschwemm- und Schöpfwerk zur Wäsche.

teilweise aufgefangen, um als Maischwasser benutzt zu werden. Wenn die Kartoffeln nun auch bloß als Ersatz für Mais anzusehen sind, der selbst als Eiweißlieferant nicht in Frage kommt, so sind es die Eiweißstoffe der Kartoffel doch sehr wert, irgendwie erhalten und der Maische und damit der Hefe zugeführt zu werden. Da außerdem die Hauptmasse der Proteïne aus amidähnlichen Körpern besteht, ist die Dämpfung ohne schädlichen Einfluß, da sie diese Stoffe nicht weiter ungünstig zersetzen kann. Das Einfachste und Zweckmäßigste ist also die Dämpfung der Kartoffel ohne Ablassen des Fruchtwassers, das sonst dem Maischwasser zugefügt werden müßte. Die Dämpfung vollzieht sich dann nach folgender Weise. Aus oben angeführten Gründen kommt kein Wasser in den Dämpfer. Man befüllt ihn mit gewaschenen Kartoffeln aus dem Sammelkasten in dem Verhältnis zu Mais, das aus dem Stärkegehalt der Kartoffel sich ergibt. Wird die Kartoffel gewogen, so ist zu berichtigen, daß etwa 101 kg gewaschener Kartoffeln gleich 100 kg trockener sind. Was den Kochraum anlangt, den die Kartoffel beansprucht, so ist auf 100 kg vorsichtshalber ein Raum von 150 Liter zu rechnen. Werden also 100 kg Mais mit einem Kochraumbedarf von 400 Liter durch 350 kg einer etwa 18 Proz. Stärke enthaltenden Kartoffel ersetzt, so benötigen diese zweckmäßigerweise

anfänglich etwa 5000 Liter. Da die vorhandenen Dämpfer wohl meist für Mais angeschafft und zweckmäßigerweise nicht zu knapp berechnet sind, so kann der vorhandene Apparat ruhig für die Kartoffelverarbeitung dienen. Sobald ja der Kartoffelinhalt verflüssigt zu werden beginnt, nimmt er viel weniger Raum ein, wenn auch mehr als die entsprechende Maismasse mit Wasser. Sind die Raumverhältnisse des Dämpfers, was leider nicht selten vorkommt, zu klein, dann kann die Dämpfung so vollzogen werden, daß das Fruchtwasser abgelassen und dem Maischwasser zugegeben wird. In diesem Falle wird, wenn der Henze befüllt ist, Dampf von oben gegeben, bis dieser als solcher zum Fruchtwasserrohr herauskommt.

Der einströmende Dampf kondensiert sich sofort zuerst an den kälteren Kartoffeln, so daß die ablaufende Flüssigkeit am Fruchtwasserhahn fast nur Wasser darstellt. Erst wenn die oberen Schichten der Kartoffel sich durch den einströmenden Dampf erhitzt haben, preßt sich durch die Erwärmung Saft aus den Kartoffeln aus, der dann mit dem Kondenswasser, das sich bei den kälteren unteren Kartoffelschichten noch bildet, als Fruchtwasser abläuft und aufgefangen wird. Es enthält schon Eiweiß und besonders alle Nährsalze der Kartoffel. Das zuerst kommende kalte Kondensat ist nur Wasser, erst wenn es wärmer zu laufen beginnt, enthält es aus den oberen Schichten der Kartoffel ausgetretene wertvollere Stoffe. Ist also der Kochraum im Henze für die Kartoffel etwas klein, dann läßt man ruhig Dampf oben eintreten, bis auch am Fruchtwasserhahn Dampf austritt, also der Dämpferinhalt schon stark erwärmt ist. Das gewonnene Fruchtwasser kommt in das Maischwasser. Nun schließt man den Fruchtwasserhahn und das Druckdampfventil, öffnet dagegen etwas das Abblaseventil und das Kochdampfventil, läßt also den Dampf von unten eintreten. Das Öffnen des Abblaseventils hat einen doppelten Zweck. Erstens läßt es eventuell durch das Fruchtwasserrohr nicht ausgetretene Luft leichter noch nach oben austreten (was bei den großen Lufträumen zwischen den Kartoffeln zu beachten ist), so daß man sicher ist, daß die Manometeranzeige nur dem Druck des Dampfes, nicht aber dem der stark erwärmten Luft entspricht, was eine nicht vorhandene Temperatur vortäuschen würde. Zweitens aber hat das blasende Entlüftungsventil anfänglich auch noch den Vorteil, daß der von unten einströmende Dampf, da er oben etwas entweichen kann, vollständige Arbeit, Kochung, verrichtet. Ist das Abblaseventil geschlossen, dann wird der Druck schnell hoch, aber, besonders wenn kein Rührwerk vorhanden ist, für die Zwecke der Hefenfabrikation die Masse nicht so gleichmäßig durchgedämpft. Da die Maisdämpfer meist Rührwerk haben, d. h. haben sollen, macht man bei Kartoffeldämpfung mit Vorteil davon Gebrauch, indem man es einrückt, wenn das Manometer 1 Atm. anzeigt bei blasendem Luftventil. Nun schließt man dieses und geht nicht zu rasch auf $2^1/_2$ Atm., läßt etwa $^1/_4$ bis $^1/_2$ Stunde bei diesem Druck stehen und drückt dann, nach Schließung des Kochdampfventils und Öffnen des Ausblase- und des Druckdampfventils, unter einem Druck von 4 Atm. die gedämpfte Masse in den Vormaischbottich. Ist der Kocher entleert, dann sollte immer noch einmal, wie schon oben erwähnt, Druck gegeben und Dämpfer und Druckrohr ausgeblasen werden. Man vermeidet so sicher Verstopfungen des Dämpfers und des Druckrohres.

Ist im Henze genügend Kochraum für die Kartoffel vorhanden, dann ist es sehr vorteilhaft so zu verfahren, daß man nur kurze Zeit, etwa 5 Minuten,

Dampf von oben gibt, solange als die ablaufende Flüssigkeit nur kaltes Kondenswasser ist, und dann sofort mit dem Dämpfen von unten beginnt, wie vorhin beschrieben. Wenn man die Kartoffel mit dem Fruchtwasser dämpfen kann, dem höchstens der ev. zu geringe Raum des Henze entgegenstehen könnte, hat man verschiedene Vorteile. Die Aufschließung der Kartoffel in etwas mehr Wasser ist ungleich weitergehend und günstig; die Eiweißstoffe, die im Fruchtwasser mit ablaufen, aber zumeist aus Amiden bestehen, werden durch das Dämpfen nicht weiter angegriffen, aber Mikroorganismen, die mit dem austretenden Saft aus den Kartoffeln und dem Kondenswasser sich etwa von der bestens gewaschenen Kartoffel ablösen können, werden, wenn kein Fruchtwasser gewonnen wird, beim Dämpfen unschädlich gemacht. Wird aber das Fruchtwasser dem Maischwasser zugesetzt, dann stehen bloß Temperaturen im Maischprozeß zur Verfügung, die keine absolut sichere Abtötung dieser Mikroorganismen bedeuten können. Deshalb ist, wenn irgend angängig, die Dämpfung der Rohkartoffel ohne Fruchtwasser wegzulassen geboten. Als einen weiteren Vorteil der Dämpfung ohne Fruchtwasserablauf betrachtet der Verfasser folgendes. Die Kartoffel enthält unter ihren Eiweißstoffen pektinartige Körper, die, von klebriger Beschaffenheit, die Arbeit mit Kartoffeln erschweren können insofern, als der Filtrationsprozeß verzögert wird: die Pektine [eigentlich Pektinsäuren, die wahrscheinlich mit Arabinsäure (Gummi) identisch sind] halten die Hülsen zusammen, so daß die Treberschicht dicht und schwer durchlässig wird. Nun sind diese Pektine der Behandlung mit Säuren in der Wärme insofern etwas zugänglich, als sie dabei sich zersetzen in nicht mehr klebende Abbaustoffe. Die Kartoffel enthält nun saure Salze der bekanntesten organischen Säuren, und zwar in solchen Mengen, daß, die Säuretitration auf Milchsäure berechnet, die Rohfrucht etwa 0,15 Proz. davon besitzt. Wird das Fruchtwasser abgelassen, dann gehen diese Salze mit fort; wird aber so gedämpft, daß nur etwa 5 Minuten von oben Druckdampf gegeben und die Kartoffel durch das sich bildende Kondenswasser nur noch einmal abgespült wird, ehe man mit der Dämpfung mit Kochdampf beginnt, dann vollzieht sich die Aufschließung der Kartoffel in einem günstigen Stärke-Wasserverhältnis, während gleichzeitig die sauren Salze die Pektinsäuren abbauen und in nicht mehr klebende Körper überführen. Also die Verarbeitung von Rohkartoffel, wo sie wegen günstiger Lage der Fabrik und günstiger Anfuhr in Frage kommt, sollte nur so vollzogen werden, daß die Kartoffel ohne Fruchtwasserablauf gedämpft und aufgeschlossen wird.

Wiederholt sei auch, daß bei Kartoffeldämpfung die Benutzung des Rührwerkes sehr angezeigt ist und beginnen kann, wenn etwa das Manometer 1 Atm. anzeigt, und daß weiter eine besondere Ausblasevorrichtung durchaus angebracht ist, wenn auch bei Dämpfung ohne Fruchtwasserverlust eine dünnere Dämpfmasse erhalten wird, die sich auch bei genügender enger Öffnung des Ausblaseventils fein verteilen läßt. Sehr gerne wird nun die Kartoffel mit Mais etwa zu gleichen Teilen verarbeitet. Bei ihrer gemeinsamen Dämpfung ist aber eine gewisse Vorsicht zu beobachten. Es sind dann für 100 kg Mais nur 100 Liter Wasser zu nehmen. Wenn das Wasser im Henze ist, kommt zuerst eine größere Menge Kartoffel hinein, auf diese der Mais und dann der Rest der Kartoffel. Man gibt dann bei geöffnetem Luftventil Dampf von unten und dämpft wie bei Mais angegeben, nur wird erst, wenn das Manometer 1 Atm. Druck anzeigt, das Rührwerk eingerückt. Sonst wird genau

wie mit „Mais“ verfahren. Vielfach aber werden in diesem Falle Mais und Kartoffel getrennt gedämpft; die Kartoffeldämpfmasse wird dann in die Maische gedrückt, wenn der Mais darinnen ist. Wo zwei Dämpfer zur Verfügung stehen, ist dieser Weg vorzuziehen, weil die Kartoffel nicht bis auf 3,5 Atm., wie für Mais nötig, gedämpft werden darf.

Die Verarbeitung von Trockenkartoffeln. Diese kommen als Schnitzel oder als Flocken in den Handel. Erstere sind so gewonnen, daß die Kartoffel mit Maschinen zu Schnitzeln zerkleinert wird, die dann getrocknet werden; sie sind also eigentliche Trockenkartoffeln. Die Flocken hingegen werden so erzeugt, daß die etwas angedämpften Kartoffeln zwischen zwei Walzen zerquetscht werden; der Quetschbrei verteilt sich in dünner Schicht auf große von innen mit Dampf erhitzte Walzen, wird rasch getrocknet und von Messern in kleinen Schuppen abgenommen. Die Kartoffelflocken stellen also schon eine vorgedämpfte Trockenfrucht vor, während die Schnitzel nur getrocknete Rohfrucht darstellen. Wie oben bei Besprechung der Rohstoffe unter „Trockenkartoffel“ gesagt wurde, erwiesen sich die Trockenkartoffeln in Schnitzel- oder Scheibenform in der Zusammensetzung am wechselndsten, während die Flocken etwas beständigeren Gehalt aufweisen. So sicher es ist, daß für die Zukunft ausschließlich, aber auch zum Teil heute schon die Trockenkartoffel die Form ist, in der diese Rohfrucht Verwendung findet und dauernd zur Verfügung steht, so sehr ist zu beklagen, daß diese Dauerware in der Zusammensetzung, zumal im Wassergehalt sehr schwankt, weshalb besonders darauf hinzuarbeiten wäre, daß hierin etwa gleiche Arbeitsbedingungen geschaffen würden. Da es angesichts der wechselnden Zusammensetzung der Rohfrucht schwer ist, Trockenprodukte gleichen Gehaltes zu erreichen, so müßte doch von der Leistung der Trocknungsapparate ein Erzeugnis verlangt werden von annähernd konstantem Wassergehalt, etwa dem einer normalen Lagerfrucht, wie Mais, Roggen usw. Kommt die Verarbeitung von Schnitzeln oder Scheiben in Frage, so ist unbedingt ein Dämpfer mit Rührwerk und die Anwendung von Hochdruck erforderlich, wie es bei Verarbeitung von Maisschrot beschrieben ist. Dabei ist also zu beachten, daß demnach für je 100 kg Schnitzel 200 Liter Wasser wie für Mais ausreichen, um eine genügende Aufschließung zu erzielen. Durch den Trockenprozeß ist der Kartoffelinhalt etwas schwerer aufschließbar geworden, welche unangenehme Tatsache aber durch die größere Angriffsfläche ausgeglichen wird, die die Schnitzel darbieten.

Schon wegen der Pektinstoffe ist eine Hochdruckdämpfung wie bei Mais nötig, da diese Stoffe durch das Trocknen ebenfalls schwerer angreifbar geworden sind. Besonders ist darauf zu achten, daß die Schnitzel aus einer Trocknung stammen, bei der kein Saftverlust der Kartoffel vorkommen kann, bei der also die Schnitzel alle Bestandteile der Rohfrucht, also auch die sauren Salze enthalten und bei der möglichst niedere Temperaturen benutzt werden.

Etwas anders liegt die Sache bei Verarbeitung der Flocken, die eigentlich etwas vorgedämpft sind. Meist genügt bei ihrer Verarbeitung eine Dämpfung, wie sie mit dem Maisschrot fürs alte Verfahren stattfindet, also ohne Druck im Maischapparat selbst oder besser in einem besonderen Kocher mit Dampfeinströmung und Rührwerk. Der Vorgang würde sich also so abspielen, daß für 100 kg Flocken etwa 500 Liter Wasser genommen werden, dem auf 100 kg Flocken 50 ccm Schwefelsäure zugesetzt sind. Man mischt zuerst das Wasser mit der Säuregabe und fügt dann noch 1 bis 2 Proz. der Flocken an Grün-

malz zu; hierauf läßt man bei gehendem Rührwerk die Flocken langsam einlaufen und läßt vorsichtig Dampf ein; die an sich dicke Masse unterliegt der Wirkung des Malzes und wird besonders bei der Temperatur, bei der dessen verflüssigende Kraft zutage tritt, also bei über 70 bis 80°, etwas verflüssigt, bis bei etwa 98° die durchgreifende Verkleisterung eintritt; bei dieser Temperatur läßt man die Masse noch $^1/_2$ Stunde stehen, ehe sie der Maische zugegeben wird. Die kleine Schwefelsäuregabe soll auf die Pektinstoffe einwirken und ist andererseits auf die Malzwirkung ohne Einfluß. Dem Verfasser sind Flocken unter die Hand gekommen, die bei dieser Methode ihren Pektingehalt nicht genügend zersetzen ließen und dann beim Läutern Schwierigkeit bereiteten. Es scheint hier die Temperatur der Walzentrocknung eine Rolle zu spielen, durch die diese Stoffe etwas schwerer löslich gemacht werden. Dann hilft nur die Behandlung der Flocken im Dämpfer. Sollten die Flocken mit Wasser angerührt keine saure Reaktion zeigen, dann ist dem Wasser im Henze eine kleine Menge Schwefelsäure zuzugeben, etwa 30 bis 40 ccm auf 100 kg Flocken. Außerdem ist eine kleine Malzgabe von Vorteil, um die etwas dicke Masse gefügiger zu machen, wenn die Erwärmung gegen 80° geht. Für den Dämpfer werden dann nur 300 Liter Wasser auf 100 kg Flocken genommen. Die Dämpfung der Flocken führt man langsam auf 2 Atm. bei blasendem Luftventil, darauf wird nach dessen Schließung $^1/_4$ bis $^1/_2$ Stunde bei diesem Druck gehalten und bei sehr schwach geöffnetem Ausblaseventil der Dämpfer in den Vormaischer entleert. Meist genügt bei den Kartoffelflocken die Aufschließung im gewöhnlichen Kocher unter Mitwirkung von etwas Säure und Malz. Wer mit Trockenkartoffeln arbeitet und weiß, welche Schwierigkeiten ihre verschiedene Zusammensetzung bereitet und wie sehr man da ab- und zugeben muß, der wird auch begreifen, daß man lieber die Mühe der Überwinterung der Rohkartoffel auf sich nimmt, um bei deren Verarbeitung die wertvollen Bestandteile der Rohfrucht sicher zu haben. Man sieht, welch große Aufgaben der Kartoffeltrocknung harren, wenn sie ihre Produkte als Maisersatz immer mehr der Hefenindustrie aufdrängen will; für Brennereizwecke mögen die jetzigen Trockenprodukte sehr gut gehen, die Hefenfabrikation muß eben andere Anforderungen an ihr Rohmaterial stellen.

4. Die Kontrolle der Verarbeitung der Rohstoffe im Betriebe.

a) Die Saccharometrie.

Wie schon öfter erwähnt, handelt es sich für die Hefen- oder überhaupt Gärungsindustrie darum, mittels der im gewonnenen Malz vorhandenen Kräfte die Bestandteile der Rohstoffe in Lösung zu bekommen in Formen, in denen sie der Hefe direkt zugänglich sind. Es ist nun klar, daß eine ständige Beobachtung nötig ist, ob die Fabrikationsarbeit richtig verläuft, verlaufen ist und ein gutes Ende gewährleistet. Die dazu benutzten Methoden müssen so sein, daß sie ohne viele Umstände, also ohne langwierige wissenschaftliche Untersuchungen rasch zu ersehen erlauben, ob die Arbeit im richtigen Geleise ist. Die Flüssigkeit, die bei Verarbeitung der Rohstoffe mit Malz erhalten wird, wird „Maische“ genannt und enthält die im verwendeten Maischwasser in Lösung gegangenen Stoffe. Es ist also schon sehr wichtig, die Menge derselben

schnell und doch praktisch sicher feststellen zu können. Die Hauptbestandteile dieser Maischen sind nun Zucker, Dextrin und Eiweiß, daneben enthalten sie natürlich noch die löslichen Salze der Rohstoffe und sonstige Stoffe, die der aufschließenden Wirkung des Maischprozesses unterliegen.

Die Hauptmasse des Gehaltes an gelösten Stoffen (an Extrakt) bildet natürlich die abgebaute Stärke als Zucker und Dextrin. Die nächstliegende Art der Feststellung des Gehaltes der Maische an Extrakt wäre die durch Bestimmung des spezifischen Gewichtes. Denn da die Maische in der Hauptsache eine Zuckerlösung darstellt, die also um so spezifisch schwerer ist, je mehr Zucker sie enthält, so wird der Vergleich des Gewichtes gleicher Mengen Maische und Wasser ein Urteil darüber zulassen, wieviel Zucker (Extrakt) die Maische enthält.

Die Bestimmung des spezifischen Gewichtes nach den üblichen Methoden ist aber für den Gärungsbetrieb trotz aller Einfachheit zu umständlich. Es war daher ein großes Verdienst Hermbstädts, daß er die Senkwage in den Dienst der Sache stellte, die nach dem Archimedischen Gesetz so weit je nach der betreffenden Flüssigkeit eintaucht, bis die verdrängte Flüssigkeit dem Gewichte des Senkkörpers gleichkommt. Je konzentrierter, schwerer eine Flüssigkeit ist, desto weniger weit braucht die Senkwage (oder Spindel) einzutauchen; sie wird auch Aräometer genannt, vom griechischen ἀραιός = dünn abgeleitet. Um aber direkt an einer Spindel einen gewissen Gehalt einer Flüssigkeit ablesen zu können, muß sie speziell für diesen Zweck hergestellt und mit einer Skala versehen sein. Hermbstädts Tat trug also erst ihre Früchte, als Balling sich der Sache annahm und Spindeln herstellen ließ, die, auf Zuckerlösungen bekannten Gehalts eingestellt, direkt mit einer Einteilung versehen waren, die gestattete, den Prozentgehalt an Zucker abzulesen. Er stellte auch Berechnungen an, deren Folge die Aufstellung einer Tabelle war, in der die Saccharometerprozente (Grade) dem entsprechenden spezifischen Gewicht gegenübergestellt waren. Nebenstehend die von Balling herrührende Tabelle (VI), so angeordnet, daß die vierten Dezimalstellen des spezifischen Gewichtes in der vordersten Kolonne durch die oben quer über den zehn senkrechten Reihen stehenden Zahlen zu ergänzen sind, die den Zuckergehalt in Prozenten oder abgerundeten Saccharometergraden angeben. Dieses Saccharometer — wie man das Ballingsche Instrument nannte — spielt heute eine außerordentlich wichtige Rolle in der Kontrolle der Gärungsbetriebe. Die Übertragung seiner Anzeige, die eigentlich dem Gehalt von reiner Zuckerlösung entspricht, auf die Maischen der Hefenfabrikation ist ja theoretisch nicht richtig, aber gegenüber der tatsächlich ziemlich guten Übereinstimmung der Anzeige mit dem Gehalt an Maltose durchaus gerechtfertigt. Die Angaben dieser Saccharometer, wenn sie von Hause aus richtig konstruiert sind, sind absolut zuverlässig, wenn sie bei der Normaltemperatur von 14^0 R = $17^1/_2{}^0$ C erhalten werden. Die Saccharometer werden deshalb mit Thermometern versehen (Fig. 92 a. S. 221), so daß die Ablesung bei Normaltemperatur vorgenommen werden kann. Entweder ist also die Maische auf diese Temperatur abzukühlen oder eine Verbesserung der Anzeige des Instrumentes vorzunehmen, die, je nachdem die Temperatur zu kalt oder zu warm ist, Abzug oder Mehrung bedeutet. Für genaue Ablesungen ist die Einhaltung der Normaltemperatur das einfachste; für die Zwecke der Praxis aber, wo saccharometrische Prüfungen häufig vorkommen, dient zum Ausgleich der Temperaturfehler eine Korrekturtabelle oder noch besser eine Erfahrungszahl, die für Temperaturschwankungen sich als ziemlich

Tabelle VI.

Reduktion der spezifischen Gewichte bei 14° R = 17½° C auf Saccharometerprozente (Balling).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1,008	2,000	2,025	2,050	2,075	2,100	2,125	2,150	2,175	2,200	2,225
1,009	2,250	2,275	2,300	2,325	2,350	2,375	2,400	2,425	2,450	2,475
1,010	2,500	2,525	2,550	2,575	2,600	2,625	2,650	2,575	2,700	2,725
1,011	2,750	2,775	2,800	2,825	2,850	2,875	2,900	2,925	2,950	2,975
1,012	3,000	3,025	3,050	3,075	3,100	3,125	3,150	3,175	3,200	3,225
1,013	3,250	3,275	3,300	3,325	3,350	3,375	3,400	3,425	3,450	3,475
1,014	3,500	3,525	3,550	3,575	3,600	3,625	3,650	3,675	3,700	3,725
1,015	3,750	3,775	3,800	3,825	3,850	3,875	3,900	3,925	3,950	3,975
1,016	4,000	4,025	4,050	4,075	4,100	4,125	4,150	4,175	4,200	4,225
1,017	4,250	4,275	4,300	4,325	4,350	4,375	4,400	4,425	4,450	4,475
1,018	4,500	4,525	4,550	4,575	4,600	4,625	4,650	4,675	4,700	4,725
1,019	4,750	4,775	4,800	4,825	4,850	4,875	4,900	4,925	4,950	4,975
1,020	5,000	5,025	5,050	5,075	5,100	5,125	5,150	5,175	5,200	5,225
1,021	5,250	5,275	5,300	5,325	5,350	5,375	5,400	5,425	5,450	5,475
1,022	5,500	5,525	5,550	5,575	5,600	5,625	5,650	5,675	5,700	5,725
1,023	5,750	5,775	5,800	5,825	5,850	5,875	5,900	5,925	5,950	5,975
1,024	6,000	6,024	6,048	6,073	6,097	6,122	6,146	6,170	6,195	6,219
1,025	6,244	6,268	6,292	6,316	6,341	6,365	6,389	6,413	6,438	6,463
1,026	6,488	6,512	6,536	6,560	6,584	6,609	6,633	6,657	6,681	6,706
1,027	6,731	6,756	6,780	6,804	6,828	6,853	6,877	6,901	6,925	6,950
1,028	6,975	7,000	7,024	7,048	7,073	7,097	7,122	7,146	7,170	7,195
1,029	7,219	7,244	7,268	7,292	7,316	7,341	7,365	7,389	7,413	7,438
1,030	7,463	7,488	7,512	7,536	7,560	7,584	7,609	7,633	7,657	7,681
1,031	7,706	7,781	7,756	7,780	7,804	7,828	7,853	7,877	7,901	7,925
1,032	7,950	7,975	8,000	8,024	8,048	8,073	8,097	8,122	8,146	8,170
1,033	8,195	8,219	8,244	8,268	8,292	8,316	8,341	8,365	8,389	8,413
1,034	8,438	8,463	8,488	8,512	8,536	8,560	8,584	8,609	8,633	8,657
1,035	8,681	8,706	8,731	8,756	8,780	8,804	8,828	8,853	8,877	8,901
1,036	8,925	8,950	8,975	9,000	9,024	9,048	9,073	9,097	9,122	9,146
1,037	9,170	9,195	9,219	9,244	9,268	9,292	9,316	9,341	9,365	9,389
1,038	9,413	9,438	9,463	9,488	9,512	9,536	9,560	9,584	9,609	9,633
1,039	9,657	9,681	9,706	9,731	9,756	9,780	9,804	9,828	9,853	9,877
1,040	9,901	9,925	9,950	9,975	10,000	10,023	10,047	10,071	10,095	10,119
1,041	10,142	10,166	10,190	10,214	10,238	10,261	10,285	10,309	10,333	10,357
1,042	10,381	10,404	10,428	10,452	10,476	10,500	10,523	10,547	10,571	10,595
1,043	10,618	10,642	10,666	10,690	10,714	10,738	10,761	10,785	10,809	10,833
1,044	10,857	10,881	10,904	10,928	10,952	10,976	11,000	11,023	11,047	11,071
1,045	11,095	11,119	11,142	11,166	11,190	11,214	11,238	11,261	11,285	11,309
1,046	11,333	11,357	11,381	11,404	11,428	11,452	11,476	11,500	11,523	11,547
1,047	11,571	11,595	11,619	11,642	11,666	11,690	11,714	11,738	11,761	11,785
1,048	11,809	11,833	11,857	11,881	11,904	11,928	11,952	11,976	12,000	12,023
1,049	12,047	12,071	12,095	12,119	12,142	12,166	12,190	12,214	12,238	12,261
1,050	12,285	12,309	12,333	12,357	12,381	12,404	12,428	12,452	12,476	12,500
1,051	12,523	12,547	12,571	12,595	12,619	12,642	12,666	12,690	12,714	12,738
1,052	12,761	12,785	12,809	12,833	12,857	12,881	12,904	12,928	12,952	12,976
1,053	13,000	13,023	13,047	13,071	13,095	13,119	13,142	13,166	13,190	13,214
1,054	13,238	13,261	13,285	13,309	13,333	13,357	13,381	13,404	13,428	13,452

(Fortsetzung der Tabelle VI.)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1,055	13,476	13,500	13,523	13,547	13,571	13,595	13,619	13,642	13,666	13,690
1,056	13,714	13,738	13,761	13,785	13,809	13,833	13,857	13,881	13,904	13,928
1,057	13,952	13,976	14,000	14,023	14,047	14,071	14,095	14,119	14,142	14,166
1,058	14,190	14,214	14,238	14,261	14,285	14,309	14,333	14,357	14,381	14,404
1,059	14,428	14,452	14,476	14,500	14,523	14,547	14,571	14,595	14,619	14,642
1,060	14,666	14,690	14,714	14,738	14,761	14,785	14,809	14,833	14,857	14,881
1,061	14,904	14,928	14,952	14,976	15,000	15,023	15,046	15,070	15,093	15,116
1,062	15,139	15,162	15,186	15,209	15,232	15,255	15,278	15,302	15,325	15,348
1,063	15,371	15,395	15,418	15,441	15,464	15,488	15,511	15,534	15,557	15,581
1,064	15,604	15,627	15,650	15,674	15,697	15,721	15,744	15,767	15,790	15,814
1,065	15,837	15,860	15,883	15,907	15,930	15,953	15,976	16,000	16,023	16,046
1,066	16,070	16,093	16,116	16,139	16,162	16,186	16,209	16,232	16,255	16,278
1,067	16,302	16,325	16,348	16,371	16,395	16,418	16,441	16,464	16,488	16,511
1,068	16,534	16,557	16,581	16,604	16,627	16,650	16,674	16,697	16,721	16,744
1,069	16,767	16,790	16,814	16,837	16,860	16,883	16,907	16,930	16,953	16,976
1,070	17,000	17,022	17,045	17,067	17,090	17,113	17,136	17,158	17,181	17,204
1,071	17,227	17,250	17,272	17,295	17,318	17,340	17,363	17,386	17,409	17,431
1,072	17,454	17,477	17,500	17,522	17,545	17,568	17,590	17,613	17,636	17,659
1,073	17,681	17,704	17,727	17,750	17,772	17,795	17,818	17,841	17,863	17,886
1,074	17,909	17,931	17,954	17,977	18,000	18,022	18,045	18,067	18,090	18,113
1,075	18,137	18,158	18,181	18,204	18,227	18,250	18,272	18,295	18,318	18,340
1,076	18,363	18,386	18,409	18,431	18,454	18,477	18,500	18,522	18,545	18,569
1,077	18,590	18,613	18,636	18,659	18,681	18,704	18,724	18,750	18,772	18,795
1,078	18,818	18,841	18,863	18,886	18,909	18,931	18,954	18,977	19,000	19,022
1,079	19,045	19,067	19,090	19,113	19,136	19,158	19,181	19,204	19,227	19,250

konstant erwiesen hat. Für reine Zuckerlösungen von etwa 20° Balling beträgt dieselbe für $2^1/_2{}^0$ C 0,1 Saccharometergrade; für gemischte zuckerhaltige Lösungen, wie Maischen, kann mit großer Sicherheit praktisch die Korrektur zu 0,06° Balling für jeden Grad Celsius angenommen werden, welcher Betrag bei Temperaturen der Probe unter und über 17,5° C ab- oder zuzurechnen ist. Übrigens werden die Saccharometer jetzt in tadelloser Ausführung mit Thermometern (wie Fig. 92) geliefert, an deren Skala sich in roten Strichen und Zahlen die Korrektur ablesen läßt. Zu beobachten ist nun stets, daß die Saccharometergrade Balling Gewichtsverhältnisse ausdrücken, also bedeuten, wieviel Gewichtsteile Zucker in 100 Gewichtsteilen Maische enthalten sind. Will man den gefundenen Zuckergehalt zu dem Volumen in Beziehung setzen, dann ist das dem Saccharometergrad entsprechende spezifische Gewicht in Anwendung zu bringen. Da die Zuckerlösung schwerer als Wasser ist und die Saccharometeranzeige ein Gewichtsverhältnis ausdrückt, so gibt der Saccharometergrad einen Gehalt in 100 Gewichtsteilen an, die nicht gleich 100 Raumteilen sind, sondern im Verhältnis des spezifischen Gewichtes weniger entsprechen. Laut Tabelle entspricht eine Saccharometeranzeige von 10° (10,000) einer Zuckerlösung von 10 g Zucker in 100 g Lösung, die ein spezifisches Gewicht von 1,044 hat. Das heißt 100 ccm der Lösung wiegen 104,4 g. 100 g entsprechen also nach dem Ansatz $104{,}4 : 100 = 100 : x$ nur 95,80 ccm Lösung, in denen die 10 g Zucker enthalten sind, so daß 100 ccm

der Lösung 10,45 g Zucker enthalten. Einfach läßt sich das berechnen, indem man das spezifische Gewicht der Zuckerlösung mit der Saccharometeranzeige vervielfacht, in unserem Falle 1,044 . 10 = 10,44.

Die Art der Saccharometerablesung dürfte wohl überall bekannt sein, wo das Buch gelesen wird. Für klare Zuckerlösungen oder Maischen wird so abgelesen, daß das Auge, von unten den Flüssigkeitsspiegel betrachtend, die Stelle sucht, wo die Teilung des Saccharometers von der Flüssigkeitsoberfläche getroffen wird. Bei trüben Flüssigkeiten ist die Adhäsion der Maische an dem Skalateil des Instrumentes in Betracht zu ziehen. Man braucht sich dann nur die Flüssigkeitsoberfläche durchgezogen zu denken, um die richtige Skalastelle ablesen zu können.

Fig. 92.

Saccharometer mit Thermometer u. Korrekturskala.

In der Preßhefenindustrie handelt es sich meist um trübe Flüssigkeiten, deren richtige Saccharometrierung bei etwas Übung keine Schwierigkeiten bietet. Verwenden sollte man nur Instrumente mit Thermometer und Korrekturskala.

Da die Saccharometrierung eine wichtige Kontrolle für genaue Arbeit im Betrieb ist, so ist vor allem Hauptbedingung, daß sie stets gleichmäßig, d. h. unter gleichen Bedingungen vorgenommen wird. Es empfiehlt sich auch, statt Saccharometern mit Teilung 1 bis 20° zwei solche von 0 bis 10 und 10 bis 20° zu verwenden, deren Skala dann länger und genauer wird. Für das neuere Verfahren kommen nur Zuckergrade von 10 bis 12° mehr in Betracht; im alten dagegen werden Maischen von 20 bis 22° Balling und Hefenmaischen bis zu 30° Balling gezogen. In diesem Falle ist zur Saccharometrierung eine Verdünnung nötig. Man füllt in einen selbst für zwei gleiche Volumen gezeichneten Glaszylinder oder in einen graduierten Meßzylinder zuerst Wasser ein bis zu bestimmter Höhe, etwa 100 bis 200 ccm, und läßt dann in das Wasser die dicke Maische einlaufen bis zur Marke 200 bis 400 ccm unter Berücksichtigung der Adhäsion des Flüssigkeitsspiegels am Rande des Zylinders. Gut gemischt wird die verdünnte Maische gespindelt und der gefundene Saccharometergrad verdoppelt. Es darf nicht außer acht gelassen werden, daß eine reine Zuckerlösung von 20 bis 30° noch eine dünne Flüssigkeit darstellt, die sich leicht genau spindeln läßt. Eine Maische von 20 bis 30° Balling aber ist schon eine Flüssigkeit, die infolge der sonst noch gelösten Stoffe wie Eiweiß usw. dem eintauchenden Saccharometer Widerstand entgegensetzt, weshalb eine Verdünnung immer so weit ratsam ist, daß etwa 10 bis 15° zur Ablesung kommen. Daß Saccharometer und Zylinder sauber und trocken sein müssen, ist klar; gegebenenfalls muß der Glaszylinder mit der Maische erst etwas ausgespült werden. Notwendig ist auch, nicht zu rasch abzulesen, also einen genügenden Temperaturausgleich zwischen Glaszylinder, Maische und Instrument abzuwarten. Da viele Betriebe nicht in der Lage sind, die gekauften Saccharometer auf ihre Richtigkeit zu prüfen, diese Gewißheit aber nötig ist bei der Häufigkeit ihrer Benutzung zur Kontrolle, wenn nicht schließlich fehlerhafte Anzeigen zu falscher Arbeit führen sollen, so ist zu empfehlen, nur Saccharometer mit Thermometer und Korrektur-

skala zu kaufen, die ausdrücklich den Vermerk „nach Balling“ tragen. Wenn auch etwas teurer, so sind doch die „Normalsaccharometer“ mit $^1/_{10}{}^0$-Teilung nach Balling sehr zu empfehlen, die von den bekannten Instituten und Geschäften zu beziehen sind. Für die Saccharometrierung von dünnen Flüssigkeiten und Maischen, z. B. solchen, deren Zuckergehalt durch die Gärung im Verschwinden begriffen ist, empfehlen sich die sogenannten Vergärungssaccharometer, die eine Skala von 0 bis 4° in $^1/_{10}{}^0$ geteilt tragen, welche verhältnismäßig groß und deshalb sehr genau ist. Der Verfasser hat seine Instrumente teils von der Glasbläsereiabteilung des Berliner Instituts, teils auch von der Firma J. Rapps Nachfolger in Meiningen bezogen. Wie oben schon bemerkt, werden für die Hefenbereitung meist trübe Maischen und Würzen mit dem Saccharometer kontrolliert, soweit es sich um die sogenannten süßen Maischen handelt, also um das Resultat der sogenannten Maisch- oder Verzuckerungsarbeit. Diese stellen sich als dickliche Flüssigkeiten dar, von denen eine entnommene Probe durch einen feinen Seidenbeutel getrieben und dann saccharometriert wird. Der Verfasser hält es aus betriebstechnischen Gründen für richtig, in diesem Falle nur die trüben, durch Seide gebeutelten Maischen zu spindeln, da doch ein großer Teil der nicht direkt gelösten, feinst verteilten Stoffe während der verschiedenen Stadien der Verarbeitung der süßen Maische noch in Lösung gehen oder sonst assimiliert und aufgeschlossen werden. So betrachtet gibt die Spindelung der süßen Maische ein technisch brauchbareres Bild als die der klar filtrierten Maische, die ja auch als solche nicht zur Verarbeitung kommt. Im alten Verfahren vollzieht sich sogar die Gärung in Gegenwart des gesamten Hülsenmaterials und im neuen Verfahren kommt die ganz klare Würze oder Maische nur bei ungesäuerten Maischen in Betracht, bei denen die gesamte Säuremenge als Mineralsäure nachträglich zugegeben wird. Bei biologischer Säuerung sind die Maischen meist trübe von kolloidalen Eiweißabbauprodukten, so daß auch da eine Probe, durch feine Seidengaze gebeutelt, vollständig dem Zwecke entspricht. Die vergorene Maische des alten Verfahrens ganz klar zu filtrieren ist auch nicht nötig, da dies viel Zeit beanspruchte und bei dem Zwecke der Saccharometrierung, die Grenze der Gärarbeit festzustellen, keinen Vorteil böte. Beim neuen Verfahren ist die vergorene Würze meist eine ziemlich klare oder etwas opaleszierende Flüssigkeit, in der die Hefe bei frisch entnommener Probe suspendiert ist. Die direkte Saccharometrierung gibt dann trotzdem die Möglichkeit festzustellen, ob noch Zuckerabnahme stattfindet. Die Endvergärung konstatiert man dann in der entheften Würze. Grundbedingung, um Vergleichswerte innerhalb der Fabrikation zu erhalten, ist aber, daß die Proben der einzelnen Stufen des Betriebes stets zu ähnlicher Zeit, gleichmäßig entnommen, gebeutelt und saccharometriert werden. Durch das Saccharometer hat man also stets die einfachste und schnellste Gelegenheit, Aufschluß darüber zu erhalten, ob die gewünschten Mengenverhältnisse an Wasser, Rohstoff, und ob die vorgeschriebene Arbeitsweise richtig innegehalten worden sind und werden. Es darf im geordneten Betriebe keine Maische in einem prüfungswerten Stadium der Arbeit weitergehen, ohne die Kontrolle des Saccharometers zu spüren. Lieber eine Kontrolle zu viel, als eine zu wenig. Der Betriebsleiter eines größeren oder kleineren Betriebes kann nicht alles selbst besorgen und ist auf diese indirekte Kontrolle angewiesen, die ihn nicht im Stiche läßt. Schon das Aussehen der ausgebeutelten Maischprobe wird dem geübten Auge sich als normal oder

fehlerhaft darbieten und Mängel der Arbeit rechtzeitig erkennen und gegebenenfalls ausgleichen lassen. Die Farbe speziell wird ihm, wenn nicht entsprechende einschneidende Änderungen vorgenommen wurden, manches zu sagen wissen.

An dem Verhalten der Maischprobe beim Stehen kann der prüfende Blick schon manches Kommende voraussehen; z. B. an der Art, wie sich die anfänglich trübe Maische klärt, wie und in welcher Menge sich Abscheidungen bilden. Wer lange im Betriebe mit offenen Augen herumging, wird manches zu sehen gelernt haben, dessen er sein Auge nicht für fähig gehalten hätte. Denn jede Saccharometrierung bedeutet auch Besichtigung der Maische und manchmal eine Erweiterung der Reihe bekannter Erscheinungen.

b) Die chemische Prüfung.

Wenn der Saccharometer, seinem Namen nach schon, in Tätigkeit im Betriebe tritt, so muß schon Zucker gebildet sein; für die Hefenindustrie also bedeutet sein Eintreten in die Kontrolle die Beendigung des Verzuckerungsprozesses. Denn vorher ist meist eine Beutelung der Maische durch Gaze schlecht möglich und hätte auch keinen Zweck, weil ein Gemenge von allen möglichen Abbauprodukten vorläge. Um den Gang der Dinge auch in der Zwischenzeit aufzuklären und um das Ende des Verzuckerungsprozesses anzuzeigen, dient uns in hervorragender Weise das Jod, von dem schon unter „Stärke“ die Rede war. Seine Verwendung erfolgt in der Jodlösung, die einer Verdünnung von 5 g Jod zu 1 Liter Wasser entspricht. Da Jod in Wasser kaum löslich ist, so stellt man zuerst eine konzentrierte Lösung dar, indem man 5 g Jod mit 10 g Jodkalium mit wenig Wasser, etwa 20 bis 30 g, übergießt und unter öfterem Umschwenken zur Lösung bringt; ist diese eingetreten, so füllt man die dunkelbraune Lösung auf 100 ccm auf, von der dann je 1 Tl. mit 9 Tln. Wasser noch zu verdünnen ist. Versetzt man eine Flüssigkeit, die Stärke gelöst enthält als Kleister oder als lösliche Stärke, mit einigen Tropfen Jodlösung (5 : 1000), dann tritt intensive Blaufärbung ein. Läßt man nun Diastase auf die Stärke einwirken, so geht die Jodreaktion in einer längeren Farbenskala von Blau bis zu Gelb über, wenn die Stärke hydrolysiert ist. Ganz in Maltose wird die Stärke durch Malz nicht übergeführt; bestenfalls werden etwa 80 Proz. Maltose gegen 20 Proz. Dextrin erhalten, Zahlen, die allerdings nicht felsenfest dastehen bei der Schwierigkeit, Maltose neben Dextrin analytisch sicher zu bestimmen.

Sicher ist, daß bei bester Verzuckerung bei ganz hellen Maischen nur Gelbfärbung (Farbe der Jodlösung) eintritt, die sich wohl auf weiteren Zusatz unerwartet verstärkt, weil Eiweißstoffe vorhanden sein können, die mit Jod sich intensiv gelb färben. Bei etwas dunkleren Maischen — also je nach Wahl der Rohstoffe — tritt selbst bei bester Verzuckerung eine etwas dunklere Gelbfärbung ein, die aber nicht ins Rote spielen darf, was unbedingt auf noch nicht fertige Verzuckerung deutete. Die Jodprobe darf ebensowenig wie die Tätigkeit des Saccharometers in einem Betriebe unterlassen werden, der vor Unannehmlichkeiten geschützt sein will. Die Prüfung mit Jod hat einzusetzen, wenn nach praktischer Erfahrung im Betriebe frühestens die Diastase ihre Arbeit vollendet haben kann.

Sie gibt also auch Aufschluß über die Dauer der Verzuckerung, die wiederum ein Urteil auf die Qualität des verwendeten Malzes bzw. dessen diastatische Kraft zuläßt. Es sollte keine Maische zur Weiterverarbeitung gelangen, die nicht sehr gute Jodreaktion gegeben hätte; besonders muß das im neuen Verfahren

verlangt werden, in dem von einer Nachgärung oder Nachaufschließung nicht mehr die Rede ist. Schlechte Verzuckerung der süßen Maische wird sich also mit ihren Folgen (wie schlechter Vergärung) rechtzeitig und sicher einstellen.

Im alten Verfahren kommen keine hohen Sterilisierungstemperaturen zur Anwendung, wenigstens nicht für die eigentliche Maische; die Diastase hat also wohl noch Zeit, nachträglich der Stärke oder Dextrine sich anzunehmen und sie in Maltose umzuwandeln. Aber das Normale ist und bleibt die Forderung bester Verzuckerung, charakterisiert in entsprechender Jodreaktion der Maische, und zwar der trüben Maische. Denn nur die Jodreaktion mit der trüben, durch Seide gebeutelten Maische kann sicher Aufschluß über den Grad der Verzuckerung geben; solange in ihr durch die Färbung mit Jod Zwischenprodukte oder gar noch Stärke nachgewiesen werden, ist die Verzuckerung bis zum gewünschten Ziele auszudehnen. Eine Probe, aus der Mitte des Verlaufs der Verzuckerung herausgenommen, kann, klar filtriert, nur Maltose anzeigen, während noch Unmengen von Stärke in der trüben Maische vorhanden sind. Für die Praxis kann aber als maßgebende Probe zur Jodprüfung nur die trübe, durchgebeutelte Maische in Frage kommen, die mit Jod eben nicht mehr sich färben soll. Der Verfasser möchte darauf aufmerksam machen, daß bei dieser Probe an Jod nicht zu sehr gespart wird; es kommt oft vor, daß bei unvollkommener Verzuckerung die ersten paar Tropfen Jod verschwinden, ohne Färbung zu veranlassen; auf Zusatz weiteren Jods tritt plötzlich rötliche bis violette Färbung auf. Der Verfasser erwähnte das schon unter „Stärke“ und „Diastase“ mit dem Bemerken, daß man annehmen müsse, die Maltose, die Jod nicht färbt, hülle zum Schluß die Stärke ein und müsse erst vom Jod durchdrungen werden, bis es an die Stärke oder das Dextrin gelange. Diese Umhüllungsmöglichkeit der Stärke und des Dextrins bei zunehmender Verzuckerung könnte die verschiedenen Jodreaktionsstufen und auch die Tatsache erklären, daß zum Schlusse die letzten Reste Stärke und Dextrin neben viel Maltose für die Diastase nicht mehr erreichbar sind. Also stets genügend Jod geben, d. h. sich überzeugen, ob eine Nichtfärbung durch die ersten paar Tropfen nicht einer Färbung durch die nächsten Platz macht. Fürs neue Verfahren möchte der Verfasser empfehlen, folgende Probe noch vorzunehmen. Wenn die Probe der süßen Maische durchgebeutelt ist, nimmt man eine kleine Hand voll der Treber aus dem Gazebeutel und preßt sie mit der Hand stark aus. Hierbei würden sich Stärkereste aus den nicht völlig entleerten, vermutlich mangelhaft gequetschten Körnern auspressen und der ausgedrückten Flüssigkeit mitteilen. Eine Prüfung mit Jod gibt also Aufschluß über etwa in den Hülsen zurückgebliebene Stärkereste.

Zu beachten ist auch das eigentümliche Verhalten der Jodreaktion gegen Wärme. Heiße, noch stärkehaltige Maische gibt mit Jod keine Färbung; kühlt man die Probe im Reagenzglase ab, so tritt die Reaktion ein. Es müssen also die Proben für die Jodprüfung erkaltet sein oder gekühlt werden. Besonders möchte der Verfasser darauf hinweisen, von wie großem Vorteil es ist, die vergorenen Maischen und Würzen mit Jod zu prüfen, um zu wissen, ob noch unverzuckerte Kohlenhydrate vorhanden sind. Speziell ist die Jodprobe auch interessant im Lüftungsverfahren bei der sterilisierten Maische vor dem Läutern; sie zeigt uns, ob der Verzuckerung sich Stärkemengen entzogen haben, die bei dem Aufwärmen auf die Temperaturen der Sterilisation noch in Lösung gingen: Ein Fingerzeig für die nächsten Maischen und eine Anregung für die obige Treberpreßprobe.

Was die quantitative Prüfung der Maischen auf Zucker und Dextrin anlangt, so ist diese für die Praxis selbst nicht von großem Wert, weil sie doch nur da betriebserforderlich durchgeführt werden kann, wo ein geeignetes Laboratorium und eine geschulte Kraft vorhanden ist.

Außerdem könnte sie am meisten uns sagen, wenn wir Maltose und Dextrin zusammen als Dextrose bestimmten und so mit 0,95 vervielfacht den Gesamtgehalt an gärfähiger Substanz auf Maltose berechnet kennen lernten. Eine laufende Kontrolle auf diese Weise ist unnötig und zeitraubend; für Versuche in der Fabrikation mag die Bestimmung von Maltose und Dextrin hier und da von Wichtigkeit sein, z. B. um zu wissen, ob die aus bestimmten Gründen höher gewählten Verzuckerungstemperaturen bei gleichem Material eine Verschlechterung des Stärkeabbaues bewirken. Im großen Ganzen ist die in der trüben, durch Seidengaze gebeutelten kalten Maische mit genügend Jod vorgenommene Probe durchaus maßgebend, besonders wenn sie im neuen Verfahren noch ergänzt wird durch oben erwähnte Probe mit der Flüssigkeit aus den ausgebeutelten und dann noch scharf ausgepreßten Trebern. Denn die Dextrine reduzieren zum Teil Fehlingsche Lösung, ebenso auch die direkt gärungsunfähigen Pentosane, so daß die Maltosebestimmung nicht einmal genau ist, weshalb dann die Dextrinbestimmung ebenfalls ungenau wird. Das Genaueste ist, wie oben erwähnt, die Bestimmung von Maltose und Dextrin nach der Inversion als Dextrose und deren Umrechnung (mal 0,95) auf Maltose. Doch hat diese ganze Bestimmung gegenüber ihrer Arbeitsweise und Dauer nur einen prekären Wert, weshalb sie eigentlich kaum in Betracht kommt. Nicht immer steht auch der chemische Befund mit der Praxis im Einklang und mit dem Ergebnis der physiologischen Prüfung, der, wenn sie einmal richtig bearbeitet ist, die Zukunft hierin gehört.

c) Die Bestimmung der Säure in den Maischen.

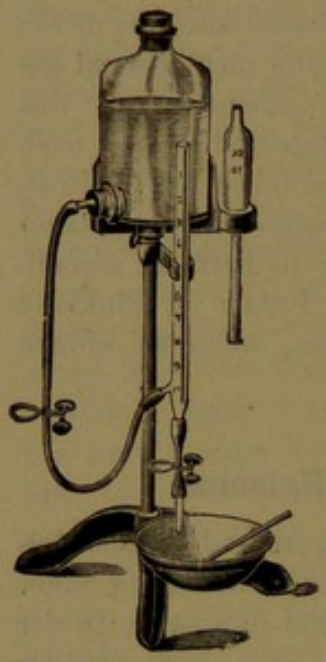
Wie wir später sehen werden, spielt ein gewisser Säuregrad in den Maischen eine bedeutende Rolle, weshalb die Bestimmung der vorhandenen Säure sehr wichtig ist. Sie geschieht durch Titration. Während nun sonst in der Brennereiindustrie meist nur 20 ccm der betreffenden Maische gesäuert oder ungesäuert zur Titrierung genommen werden, deren Verbrauch an Normal-Natronlauge in Kubikzentimetern ausgedrückt den „Säuregrad“ darstellt, benutzt man in der Hefenindustrie vielfach 100 ccm zur Säurebestimmung und bezeichnet den hierfür erforderlichen Verbrauch an Normal-Natronlauge bis zur Neutralisation als Säuregrad.

Der Verfasser selbst kann nicht einsehen, warum man so fest an den 20 ccm festhält, die zur Untersuchung auf Säure gelangen, wenn er nicht annehmen soll, daß es Gründe der Ersparnis an Maische und Lauge sind.

Man sollte schon aus Genauigkeitsgründen die größere Menge von 100 ccm zur Titration nehmen, denen dann noch die Bequemlichkeit gegenübersteht, mit einem 100 ccm-Kölbchen statt mit der 20 ccm-Pipette arbeiten zu können. Verwendet man 100 ccm, so hat man durch Multiplikation der verbrauchten Normallauge mit den Faktoren für die Säuren direkt den Prozentgehalt. Wie dem auch sei, der Verfasser weiß, daß in den meisten Hefenbetrieben stets 100 ccm Maische zur Untersuchung genommen werden, und hat selbst das nie anders getan, weil das auch im Einklang steht mit der Absicht, technisch,

aber doch genau zu arbeiten. Während man bei Titrierung von 100 ccm Maische auf $^1/_{10}$ ccm Normallauge genau titrieren kann, ist das bei 20 ccm auch nur möglich in dieser Fehlergrenze, so daß schon die Möglichkeit größerer Genauigkeit dazu drängen sollte, die Säuregrade nur auf 100 ccm Maische usw. zu beziehen. Die Säuregrade beziehen sich deshalb alle auf die Titration von 100 ccm, soweit sie in diesem Buch erwähnt werden. Zur Ausführung der Bestimmung bedient man sich der Normal-Natronlauge, die genau 40 g Natriumhydrat im Liter enthält. Jeder Kubikzentimeter von ihr entspricht 0,09 g Milchsäure oder 0,06 g Essigsäure oder 0,049 g Schwefelsäure. Die Normal-Natronlauge ist leicht herzustellen, wenn man Normal-Salzsäure oder Normal-Schwefelsäure zur Verfügung hat; in den weitaus meisten Fällen, wo eine geübte Kraft nicht im Betriebe vorhanden ist, empfiehlt es sich, die Normallauge zu kaufen und stets gut verschlossen aufzubewahren. Als Titrierapparat sind verschiedene Zusammenstellungen käuflich, die für die Untersuchung von je 20 ccm der Maischen bestimmt und deshalb etwas zierlich bemessen sind. Für Preßhefenbetriebe, in denen ziemlich viel Säurebestimmungen vorzunehmen sind, bedient man sich einfacherweise eines größeren Glasgefäßes mit nahe am Boden angesetztem Stutzen (ähnlich Fig. 93), der mit Schlauch an die Bürette angeschlossen wird. Ein Quetschhahn gestattet die Befüllung der Bürette, die, um Aufschreibungen und Irrtümer zu vermeiden, stets vor jeder Titration bis 0 gefüllt wird und etwa 20 ccm in $^1/_{10}$ geteilt enthalten soll. Als Titriergefäß benutzt man am besten eine starke halbkugelförmige Porzellanschale mit Fuß. Außerdem ist nötig ein Meßkölbchen von 100 ccm Inhalt.

Fig. 93.



Titrierapparat.

Das Ende der Titration genau zu erkennen ist Sache der Übung und des zur Kontrolle dienenden Lackmuspapiers. Dieses muß mit absolut neutraler Lackmustinktur getränkt sein. Die Annäherung der Neutralisation erkennt das Auge in kurzer Zeit schon an einem auffälligen Farbenumschlag der zu titrierenden Maische. Die zuerst helle Farbe fängt, wenn noch einige Zehntel Natronlauge zur neutralen Reaktion fehlen, plötzlich an zu dunkeln; nun ist es Zeit, mit Lackmuspapier zu kontrollieren. Das bei uns meist käufliche Papier wird dann so benutzt, daß man mit dem Rührglasstabe — nach jeweilig tüchtiger Mischung der Maische — einen Tropfen Maische strichweise darauf verteilt. Viele titrieren bis zur schwach bemerkbaren Blaufärbung, was falsch ist, weil die ersten Tropfen überschüssiger Lauge gar nicht gleich zur Geltung kommen, sondern von der Masse organischer Stoffe, besonders den Proteïnen, gebunden werden. Jedenfalls ist die Grenze der Neutralität schon stark überschritten, wenn der Strich mit dem Rührstab über das Lackmuspapier blaue Färbung verursacht, eine Ungenauigkeit, die bei Titrierung von nur 20 ccm noch mehr ins Gewicht fällt. Es ist richtig, so zu titrieren, daß der Strich auf dem Papier keine Färbung verursacht, sondern das Papier unverändert läßt.

Der Verfasser benutzt mit Vorliebe ein Lackmuspapier aus schwach geleimtem Papier hergestellt, das langsam noch Wasser aufnehmen kann. Ein

solches Papier ist in Österreich zum Titrieren üblich und von Rohrbecks Nachfolger in Wien zu beziehen; der Verfasser hat versucht, sich die Papierqualität in Deutschland zu verschaffen, was ihm aber leider nicht gelang. Entweder war das Papier, das mit Lackmus gefärbt werden sollte, zu stark (wie Filtrierpapier) oder zu schwach aufsaugefähig für Flüssigkeiten. Dieses Lackmuspapier wird in Streifen von 1 cm geschnitten und wie folgt benutzt. Man taucht den Streifen etwa 1 cm tief in die mit Natronlauge versetzte und gemischte Maische und gleich darauf kurz in ein nebenstehendes Gefäß mit reinem Wasser. Es zeigen sich zwei Farbenzonen; die unterste ist von der Reaktion der Maische in Rötlich oder Blau verändert, die obere hat die Farbe des neutralen Lackmuspapiers. Wenn das verwendete Papier die genügende Leimung hat, dann ist die Aufsaugefähigkeit gerade noch groß genug, um sehr rasch das farbgetränkte Papier auf die Säure der Maische reagieren zu lassen, ohne daß beim Eintauchen in Wasser beide Zonen ineinander verlaufen. Gegen das Licht gehalten sind die beiden Zonen sehr deutlich gegeneinander abgegrenzt; man titriert, bis beide Zonen gleichfarbig erscheinen. Der Verfasser kann diese Methode der Verfolgung der Titration mit Lackmuspapier bestens empfehlen; sie ist genauer als die Strichmethode auf dem üblichen gut geleimten Lackmuspapier. Was die Maischen anlangt, die zur Untersuchung auf Säure gelangen, so muß der Verfasser wieder die Titrierung der trüben durchgebeutelten Maischen als richtig empfehlen, die den Betriebsverhältnissen gerecht wird. Im neuen und alten Verfahren erfolgt die Säuerung und die Verarbeitung der Maischen bei Gegenwart der Hülsen, und wenn im neuen Verfahren die gesäuerte Maische geläutert, von den Trebern getrennt wird, so werden diese dafür ausgelaugt, so daß also doch alle in der trüben Würze titrierte und vorhandene Säure zur Geltung kommt. Um keine Täuschungen zu erleben, hat der Hefentechniker bei der Säurekontrolle also stets die trüben Maischen zu nehmen. Eine Ausnahme ist die Titrierung der fertig geläuterten Würze im neuen Verfahren und die Titrierung der Schlempe für das alte Verfahren, weil es sich in beiden Fällen um geklärte Betriebsflüssigkeiten handelt, die als solche zur Verwendung gelangen. Da die Säurebestimmung fast immer mit der Saccharometrierung der Maischen und Flüssigkeiten vorgenommen wird, so wird sie auch, wo hohe Konzentration eine Verdünnung für den Saccharometer erfordert, in der verdünnten Flüssigkeit oder Maische vorgenommen, so daß, da die Verdünnung dann stets zu gleichen Teilen sich vollzieht, der Verbrauch an Natronlauge für 100 ccm verdünnter Maische mit 2 zu multiplizieren ist.

Die Bestimmung sonstiger Bestandteile, z. B. des Stickstoffs, des in die Maische übergegangenen Fettes, kommt für den Betrieb nicht in Betracht. Die Eiweißbestimmung könnte nötig werden bei Untersuchungen über den Grad der Verarbeitung des Gesamtstickstoffs durch die Gärung; das sind aber zeitraubende Arbeiten für entsprechende wissenschaftliche Versuche in Instituten oder großen Betriebslaboratorien. Für die Eiweißbestimmung wird die Kjeldahl-Methode für etwa 10 ccm einzudampfender Maische benutzt.

d) Die mikroskopische Prüfung.

Heute, wo jeder kleine Betrieb ein Mikroskop hat, kann dieses die Betriebskontrolle sehr unterstützen, um so mehr, als seine Benutzung dem Beobachter mehr zu bieten vermag, als er direkt sucht. Für die Untersuchung mit

dem Mikroskop kommt für jetzt nur die Prüfung auf nicht aufgeschlossene Stärke in Betracht, die die Jodreaktion ergänzen kann, obwohl sie bei den sehr kleinen Mengen Maische, die auf dem Objektträger zur Betrachtung gelangen können, von Zufälligkeiten abhängt und täuschen kann. Doch sollte die mikroskopische Prüfung auf Stärke nicht unterlassen werden, wo die Möglichkeit dazu gegeben ist. Das Mikroskop spielt ja sonst auch eine große Rolle in der Kontrolle des Betriebes, was bei den einzelnen Kapiteln dann zu erwähnen und zu behandeln ist. Man versuche nur erst einmal, das Mikroskop zu Rate zu ziehen, wo man es bis jetzt für unnötig erachtete, und man wird erkennen, daß es ganz unerwarteterweise zu helfen vermag. Eine Beobachtung des Maischwassers, nachdem z. B. der Mais oder sonst eine Rohfrucht eingedrückt ist, zeigt uns ganz klar die Einwirkung des Dämpfprozesses auf die Stärke und Zellen der Rohfrucht. Bei öfterer Kontrolle wird man Unterschiede der Wirkung der Dämpfung erkennen lernen und wissen, ob eine Änderung der Dämpfmethode nottut. Außerdem lernt das Auge bei Entnahme von Proben bei verschiedenen Stufen der Arbeit die einzelnen Stärkearten voneinander unterscheiden, besser als es Bilder zu tun vermögen. Wo man genötigt ist oder es als gut erachtet, irgend eine Probe zu saccharometrischer Prüfung zu entnehmen, sehe man, ob nicht auch gleichzeitig das Mikroskop etwas zu enthüllen hat. Man kann nicht leicht ein so umfassendes Bild von all den feinen Fäden erhalten, die das so einfach erscheinende und doch so komplizierte Gewebe des Maisch- und Gärprozesses bilden, als wenn man jede mögliche Gelegenheit sucht, in Proben den Verlauf der Arbeit zu verfolgen, nicht bloß in den dringend gebotenen Saccharometerablesungen und Säurebestimmungen und Jodreaktionen, nein, besonders in Beobachtung all der Proben unter dem Mikroskop, das besonders dem, der sehen kann und will, täglich Neues zu enthüllen und zu offenbaren weiß.

E. Die Gärung.

1. Geschichtliches.

Unter Gärung wurde früher ein sehr weit ausgedehntes Gebiet organischer Tätigkeit zusammengefaßt; alle Zersetzungsvorgänge, die wir heute in Fäulnis und Gärung unterscheiden, fielen früher allgemein unter das, was man Gärung nannte. Und soweit die Geschichte zurückreicht, können wir Spuren ihrer Tätigkeit sehen. Fast alle Völker aller Zeiten kannten Getränke aus direkt zuckerhaltigen Früchten und Stoffen oder aus solchen hergestellt, die Stärke enthalten. Die Bereitung war ja so primitiv, als sie die Verhältnisse gaben; die ausgepreßten Säfte, verdünnter Honig oder dünnere Breie von stärkehaltigen Rohstoffen wurden sich selbst überlassen, bis die überall vorhandenen Gärungsorganismen ihre Tätigkeit in corpore begannen. Die erhaltenen Getränke waren also jedenfalls solche, die Alkohol enthielten, und zwar bei der unreinen Gärung sicher vermischt mit nicht wenig Nebenprodukten. Getränke, die jedenfalls für nervenstarke Geschlechter gerade recht waren, unseren Abstinenzaposteln aber heute den Kampf gegen sie erleichtern würden und doch aber beweisen, daß man den Alkohol unbekannterweise schon als das zu würdigen

wußte, was er sein kann und soll, wenn er, wie alles, was zum Genusse dient, mäßig genossen wird.

Sehr alt ist so schon die Weinbereitung, die allüberall im Schwunge war, wo die Natur den Rebstock gedeihen ließ. Der Wein war es denn auch, der, als die Alchimie ihre Tätigkeit begann, ihrer Verarbeitung unterlag, bei der aus ihm bei der Destillation ein flüchtiger, angenehm riechender Körper gewonnen wurde, der ob seiner belebenden angenehmen Wirkung auf den Körper sehr geschätzt war und deshalb von Raimundus Lullus (1234 bis 1315) nicht mit Unrecht „ultima consolatio humani corporis“ genannt wurde. Die Frage, woher dieser gewonnene Körper komme, wie er aus den Trauben in den Wein gelange, tat man mit der einfachen Erklärung ab, daß der „spiritus vini“, wie er kraft seiner Gewinnung genannt wurde, in den betreffenden Früchten schon vorhanden sei und bei der Gärung nur frei werde, worauf der unschöne Schaum hindeute, der abgestoßen werde. So wenig man von der Gärung, von dem, was man darunter verstand, wußte, so häufig findet man allüberall das Wort fermentum oder fermentatio, und zwar für Vorgänge so verschiedener Art, daß Kopp in seiner Geschichte der Chemie schreiben konnte, er verzweifle fast daran, sich einen klaren Begriff über den Sinn zu verschaffen, den die Alchimisten mit fermentatio und fermentum verbanden.

Im kurzen sei dem Verfasser gestattet, den Werdegang der Kenntnisse über die Gärung aufzurollen, nicht bloß um zu zeigen, wie langsam sich trotz oft richtiger Beobachtungen die richtige Folgerung Bahn brach und wie zuletzt gegen die Autorität eines unserer Großen, „Justus von Liebig“, diese sich Geltung verschaffen mußte, sondern weil auch — und das ist das Denkwürdige an der Sache — heute zum Schlusse, auf Grund unserer neuesten Kenntnisse, beide Ansichten eigentlich recht zu haben scheinen. Der erste, der dem Kern der Sache etwas näher kam, war der berühmte Joh. Baptist von Helmont (1577 bis 1644). Trotzdem zu seiner Zeit noch das Schäumen von Soda mit Säuren als Gärung bezeichnet wurde wegen der Ähnlichkeit der Kohlensäurebildung, meinte er doch schon, daß aus dem Ferment etwas wie ein Samen in die Masse gelange, dessen Entwickelung Gärung bedeute. Joh. Joachim Becher (1635 bis 1682) betrachtete die Gärung als eine Art Verbrennung, Aufteilung von Zuckerarten, also als einen Vorgang mit Luftbedürfnis, weil er vor der Gärung keinen spiritus vini erhielt. Willis (1682) und Stahl (1697) kommen dann mit neueren Ansichten. Besonders Stahl, der berühmte Mediziner und Chemiker, trennt schon als allerdings ähnliche Vorgänge Fäulnis und Gärung. Letztere ist ihm Auflösung, Zartmachung, Verdünnung; ihre Ursache ist ihm eine chemische Aktion, die Zersetzung, Bewegung zur Folge hat, übertragen auf die vorhandenen gärungsfähigen Körper, wozu Luft nötig sei. Keine Ansicht hat sich so lange gehalten und so energische Vertreter gefunden. Alle diese merkwürdigen Theorien nun noch zu einer Zeit, als einer der Erfinder des Mikroskops, Leeuwenhoek, bereits die Bierhefe als Kügelchen erkannt hatte, die nach seiner Meinung wie die von ihm beobachteten Bakterien aus der Luft gekommen seien. Erst der Sturz der Stahlschen Phlogistontheorie machte auch seiner Gärungsansicht ein Ende, und die bedeutendsten Geister gingen daran, die Sache aufzuklären. Nachdem 1764 Mac Bride das Gärungsgas als Kohlensäure erkannt hatte, bestimmte er 1766, allerdings falsch, seine Menge zu 27 Proz.; er sprach allerdings dabei die wichtige Ansicht aus, daß nur Zuckerarten gären könnten.

Aber erst dem genialen Lavoisier (1743 bis 1794) war es vorbehalten, festzustellen, daß bei der Gärung der Zucker einfach in Alkohol und Kohlensäure sich spaltet; seine Erklärung des Vorganges ist ziemlich befriedigend. Der Sauerstoff des Zuckers, den er „oxide végétal" nennt, wird teilweise abgegeben, verbindet sich mit Kohlenstoff zu Kohlensäure, während der Rest des Zuckers sich zu Alkohol zusammenschließt.

Der Wahrheit näher kamen dann Cagniard-Latour (1777 bis 1859) und Schwann (1810 bis 1882), nach deren Lehre allüberall in der Luft zahllose Keime lebender Pflanzen verbreitet sind, die an günstiger Stelle landend die niederen Gärungsorganismen bilden. Denn vorher aufgekochte Flüssigkeiten, die roh Gärung und Fäulnis über sich ergehen lassen, bleiben unzersetzt, wenn sie mit Luft in Berührung stehen, die durch Schwefelsäure oder durch glühende Röhren geleitet wurde.

Schröder und v. Dusch hatten den gleichen Erfolg durch Luftfiltration mit Watte, in der dann Pasteur wirklich zurückgehaltene Keime nachwies. Eine vom „L'institut" zu Paris ausgeschriebene Preisaufgabe über die Feststellung der charakteristischen Merkmale zwischen dem als Ferment dienenden Stoffe und dem, der diesem Ferment zur Gärung dient — blieb unbeantwortet.

Fabbroni (1825) fand die Notwendigkeit des Luftzutrittes, wenn Trauben gären sollen.

Thénard (1825) stellte fest, daß tätige Hefe Stickstoff abgibt und daß jede gärungsfähige Substanz Zucker und Ferment enthält, eine belebte Substanz, wie sie nach ihm Bierhefe ist.

Colin (1825) fand, daß die im Wein sich ablagernde Hefe die Zuckerspaltung vollziehe, daß bei jeder Gärung sich Hefe bilde; daß eine innere Bewegung der Hefe sich auf den Zucker übertrage, was erst aufhöre, wenn die Hefe erschöpft sei; daß weiter nach Abdestillieren des Alkohols der Rückstand weiter gäre, der Alkohol also die Gärung hindere, und daß weiter das Kochen während der Destillation die Ursache der Gärung nicht zerstöre.

Wir hören auch von ihm, daß selbst getrocknete Hefe noch Gärung erwecke und der Sauerstoff nicht nötig sei, um die Gärung einzuleiten.

Unterdessen hatte Schwann (1836 und 1837) sehr sinnreiche Apparate konstruiert und mit ihnen Versuche gemacht, die seine Behauptung über allen Zweifel erhoben, daß Fäulnis nur dadurch entstehen könne, daß Keime von außen in die Masse kämen. Diese Versuche hat er dann auf die Gärung angewendet. Eine mit Hefe versetzte und auf 100° erhitzte Rohrzuckerlösung, zu der nur filtrierte oder durch glühende Röhren geleitete Luft gelangte, kam nicht in Gärung; die Luft selbst hat also mit der Einleitung der Gärung nichts zu tun, nur ihr Gehalt an Keimen; sobald er bei seinem Versuch unfiltrierte Luft zuließ, trat Gärung ein. Er war der erste, der — allerdings gleichzeitig mit Cagniard-Latour — das 1675 schon bekannte Mikroskop in den Dienst der Sache stellte und eigentlich die von Leeuwenhoek als Kügelchen bereits beobachtete Hefe als „teils runde, größtenteils aber ovale Körnchen von gelblichweißer Farbe" wieder entdeckte. Er sah auch schon die Vermehrung durch Sprossung. Er fand, daß die ersten Kohlensäurebläschen erst auftreten, wenn er im Traubensaft die ersten Exemplare eines Fadenpilzes sah, dessen Aussehen und Fortpflanzung an bekannte gegliederte Pflanzen erinnere; der Zuckerpilz müsse also eine Pflanze sein, die durch ihre Entwickelung Gärung verursache. Gärung wäre also nach Schwann,

da noch ein stickstoffhaltiger Körper nötig ist, eine Zersetzung, bei der der Pilz dem Zucker und einem stickstoffhaltigen Körper die zu seiner eigenen Ernährung und Fortpflanzung nötigen Stoffe entzieht, wobei die vom Pilz nicht beanspruchten Stoffe sich größtenteils zu Alkohol verbinden. — Diese Ansicht deckt sich völlig mit der Pasteurs, der so die vitalistische Gärungstheorie definierte.

Da Schwann und Cagniard-Latour völlig unbewußt gleichzeitig die Entdeckung der Hefe als Pilz machten, so haben sie beide als Begründer der Gärungswissenschaft zu gelten; Schwann selbst hat in einer Veröffentlichung später als von der von Cagniard-Latour und ihm aufgestellten Gärungstheorie gesprochen. Zeitlich genommen gebührte sogar dem französischen Forscher, der seine Arbeit schon am 23. November 1836 veröffentlichte, die Priorität, während die von Schwann erst Anfang Februar 1837 erschien. Cagniard-Latour fand als Erreger der Gärung Kügelchen, die meist durchscheinend, farblos, rund bis länglich und fähig sich weiter zu bilden, aber ohne Bewegungsfähigkeit sind. Er rechnet daher die Hefe als organisierten Körper zum Pflanzenreich. Ihre Zellgröße bestimmt er schon zu höchstens $^1/_{100}$ mm und schildert auch genau ihre Sprossung. Selbst diesen exakten Bestimmungen und Beobachtungen konnten Anhänger der alten Lehre entgegnen, die Hefenvermehrung sei nur ausgefälltes Eiweiß der Gärflüssigkeit; er verstand aber durch wiederholte Versuche seine Anschauung glänzend zu rechtfertigen.

Turpin (1838), Paris, und Hermann Ludwig Helmholtz stellten Versuche an, die lediglich Schwanns und Cagniard-Latours Ergebnisse bestätigten. Speziell Helmholtzs Versuche sind sehr ausführlich und belangreich. Er studierte auch die Zersetzung von Proteïnen unter dem Gesichtspunkte der Infektion von außen und machte dem steten Einwurf, daß die Gärung oder Fäulnis durch Sauerstoff eingeleitet werden könne und diese eigentlich nur eine mächtige chemische Bewegung und Umsetzung sei, eigentlich ein Ende mit seinen Versuchen, bei denen er alle möglichen Flüssigkeiten luftdicht einschloß und mittels zweier Platinelektroden einen elektrischen Strom hindurchschickte, der eine Sauerstoffbildung und gleichzeitig eine lebhafte Bewegung bewirkte — aber weder Fäulnis noch Gärung. Unterdessen war aber auch die rein chemische Untersuchung des Gärungsvorganges nicht untätig geblieben. Übereinstimmung zeigten beide — Chemiker und Physiologen — darin, daß sie annahmen, leblose organische Substanz zersetze sich nur durch Zutritt eines Agens aus der Luft. Die Tatsache, daß bei solchen Zersetzungen ein Teil des zugetretenen Sauerstoffs verschwand, veranlaßte viele Chemiker, besonders Gay-Lussac, auszusprechen, daß nur das Verbindungsbedürfnis des Sauerstoffs die Zersetzungen einleite. Das geschehe, nach Berzelius (1779—1848), durch eine katalytische Kraft (vis occulta), die die Masse zerfallen mache; nach Liebigs mechanisch-chemischer Theorie durch eine chemische Bewegung, verbunden mit Oxydation, und deren Übertragung auf alle Atome, so daß bei ungenügendem Sauerstoffzutritt eigentlich nur eine Metamorphose der Verbindung eintrete.

Merkwürdigerweise stellte 1841 Mitscherlich (1794—1863) in einem Versuch folgendes fest. Der Zucker bildet bei der Gärung Kohlensäure und Alkohol, die Gärung selbst erfolgt durch einen Körper organischer Natur. Die Hefe, fand er, gehe durch feines Filtrierpapier nicht hindurch; er band nun ein Röhrchen mit Filtrierpapier zu, auf das er etwas Hefe brachte, und hing

es in Zuckerlösung, die nun durch das Papier tretend sofort zu gären anfing; die außerhalb befindliche Lösung blieb unberührt. Erst als nach längerer Zeit das durchgeweichte Papier die Hefe durchließ, fing auch die übrige Lösung zu gären an. Und trotz dieser Feststellung konnte Mitscherlich nicht anders, als eine Oberflächenwirkung der Hefe anzunehmen, weshalb er die Hefe zu den Kontaktsubstanzen rechnete; ein Pendant zur „katalytischen Kraft" des Berzelius. Aber auch die Erklärung Mitscherlichs befriedigte keineswegs. Und nur der überragenden Persönlichkeit Liebigs gelang es, die richtige Erkenntnis der Dinge nicht durchdringen zu lassen, sondern eine Menge Anhänger seiner Theorie um sich zu scharen; also zu einer Zeit, da die Tätigkeit der Hefe beim Gärungsvorgang von Schwann und Cagniard-Latour u. a. einwandfrei klargelegt war. Allein der Sauerstoffverbrauch bei manchen Zersetzungsprozessen, die nur bei Gegenwart von Wasser vor sich gehen, bei Kälte oder Siedehitze aber aufhören, läßt Liebig immer wieder an eine rein chemische Aktion bei der Gärung glauben. Deshalb findet er es durchaus begreiflich, daß, wenn auch bei der Fortdauer der Zersetzung der Sauerstoff nicht mehr mitwirkt, eben einfach der Zerfall einer kleinen Menge sich auf die ganze Masse fortpflanzt. So haben Fäulnis und Gärung bei ihm chemische Kriterien insofern, als bei ihnen, wie Liebig meint, nicht Atomgruppen, sondern Atome in den Gruppen ihren Platz wechseln; und diese innere Bewegung in faulenden Körpern ist es, die bei gärungsfähigen den Atomplatzwechsel hervorruft, wenn die sie zusammenhaltende Kraft kleiner ist, als die, die zur Veränderung drängt. Ein Helfer erstand Liebig in Berthelot, welcher bestritt, daß ein organisiertes Ferment, lebende Hefenzellen, nötig wäre für die alkoholische Gärung, sondern chemische Fermente in Tätigkeit glaubte, als welche er alle stickstoffhaltigen organischen Körper ansah, die, wenn auch nicht organisiert, doch als chemische Substanzen wirken. Man sieht, welch gewichtige Gegner der Gärungsphysiologie entstanden waren, die kraft ihres Namens ein starkes Gegengewicht bildeten im Kampf der Meinungen. Unterdessen hatte Gay-Lussac bereits die wenn auch nicht ganz richtige Formel $C_{12}H_{24}O_{12}$ für Rohrzucker gefunden und die Gärungsgleichung aufgestellt: $C_{12}H_{24}O_{12} = 4\,C_2H_6O + 4\,CO_2$, nach der 100 Tle. Zucker 51,34 Tle. Alkohol und 48,66 Tle. Kohlensäure lieferten, was angesichts seiner ungenauen Formel nicht ganz richtig sein konnte. Dumas und Roully hatten festgestellt, daß Rohrzucker nicht direkt vergärbar sei, Dubrunfaut und Rose, daß dazu erst seine Zersetzung in zwei Zuckerarten nötig sei.

So stand unsere Kenntnis der Gärungsvorgänge, als Pasteur in Paris sich ihrer Erforschung zuwandte und bald aufklärend wirken sollte. Teilweise auf den Arbeiten Schwanns und Cagniard-Latours fußend, stellte er fest, daß die Hefe durch ihre Lebenstätigkeit den Zucker zersetze, indem sie ihn für sich verbrauche, wie er vorher schon Ähnliches für die Milchsäuregärung beobachtet hatte. Bald findet er als regelmäßigen Begleiter des Alkohols und Kohlendioxyds (Kohlensäure) die Bernsteinsäure und das Glycerin; später die Tatsache, daß Ammoniak bei der Gärung nicht auftrete, aber als weinsaures Salz die Gärung fördere. Von seinen vielen Arbeiten über die Gärung ist hauptsächlich seine Zusammenfassung derselben wichtig, die darin gipfelt, daß er klipp und klar ausspricht: der chemische Vorgang der Gärung ist wesentlich eine die Lebensakte der Hefe begleitende Erscheinung; sie fängt damit an und endigt damit; eine Alkoholgärung ohne gleichzeitige Organi-

sation, Entwickelung und Vermehrung von Zellen, d. h. ohne fortgesetztes Leben gibt es nicht. Diese Lehre überträgt er bald durch seine Versuche auf das Studium anderer ähnlicher Zersetzungsprozesse und kann feststellen: keine Gärung ohne Organismen und jede Gärung durch bestimmte Arten von Organismen. Leider konnte es angesichts seiner Erfolge der große Mann nicht unterlassen, Schwanns Verdienste immer mehr zu schmälern, der eigentlich genau das gleiche wie Pasteur behauptet hatte. Schwann selbst hielt bescheiden zurück, so daß sogar in Deutschland sein Name neben Pasteur lange kaum genannt wurde. Pasteurs Verdienst in dieser Sache ist eigentlich nur der Erfolg, mit dem er Schwanns Arbeit und Lehre und seine Bestätigung derselben gegen die chemistische Lehre Liebigs verteidigte und zum Siege führte. Aber der große Liebig ließ nicht ab, an jede neue Beweisführung seiner Gegner neue Anpassungsversuche seiner Lehre zu machen. Die Anhänger der mechanisch-chemischen Theorie Liebigs und die der vitalistischen von Pasteur und seinen Vorgängern Schwann und Cagniard-Latour standen sich immer noch schroff gegenüber; kein Wunder, nachdem zwei überragende Männer der Wissenschaft als ihre Verteidiger auftraten. Speziell die gewichtige Persönlichkeit Liebigs war es, die der vitalistischen Theorie so viele nicht zu überzeugende Gegner berühmter Namen schuf. So konnte ein so bedeutender Forscher wie Hoppe-Seyler sich nicht vom Liebigschen Einfluß frei machen und versuchte immer wieder ganz auf Liebigs Theorie fußend die Ansicht Pasteurs zu widerlegen, dessen Ausführungen zum mindesten zugunsten Liebigs abzuschwächen und als nebensächlicher Natur hinzustellen. Noch 1881 trat Hoppe-Seyler für Liebigs Theorie ein, der kurz vor seinem Tode wohl die Pflanzennatur der Hefe anerkannte, nicht aber ihre Ursächlichkeit bei der Gärung. Die Hefe enthält nach ihm eine Eiweiß-Zucker-Verbindung, die unter gegebenen Umständen, besonders beim Absterben der Zellen durch die von ihm angenommene und gelehrte molekulare Bewegung in Alkohol und Kohlensäure zerfällt.

So konnte noch viele Jahre nach des großen Liebigs Tode seine Lehre da und dort dem Vordringen der vitalistischen Theorie Halt gebieten, der sich nun unterdessen auch die Technologen des Gewerbes angeschlossen hatten. Balling, Trommer, Lüdersdorff gaben deutlich ihrer Meinung dahin Ausdruck. Die Arbeiten Pasteurs haben nun eine Reihe großer Gelehrter der Sache zugewendet. Bail konnte Gärung bei Schimmelpilzen feststellen, die in Zuckerlösung untergetaucht waren. 1869 legten Lechartier und Bellamy fest, daß reife Früchte selbst bei Luftabschluß einen Teil ihres Zuckers unter Bildung von Kohlensäure und Alkohol verlieren. Pasteur änderte nun seine frühere Ansicht über die Wirkung der Hefe, die den für sie nötigen Sauerstoff dem Zucker entziehe und dadurch dessen Zersetzung in Alkohol und Kohlensäure verursache, und spricht sich dahin aus, daß wie die Hefe so jede lebende Zelle Zucker zersetzen könne, nur mit dem Unterschied, daß die Hefe hierzu nicht Sauerstoff benötige, womit er Lechartier-Bellamys Versuche und zugleich seine Beobachtung erklärte, daß bei Luftabschluß die Gärkraft der Hefe zunimmt. Pfeffer teilt der Hefe nur die Spaltung des Zuckers zu, dessen völlige Verbrennung aber den höheren Pflanzen. 1878 konnte Nägeli, der sich viel mit dem Studium der Hefe beschäftigte, Pasteur einwenden, daß Hefe bei reichlichem Luftzutritt auch sehr gut gäre. Nägeli will den Zucker durch Eiweißschwingungen zersetzt wissen, die aber im

Gegensatz zu Liebig von lebendem Eiweiß ausgehen müssen. Pasteur bearbeitete nun ausführlich und erfolgreich das gärungsphysiologische Gebiet und studierte die Essigsäure-, Buttersäure-, Ammoniak- und Schleimgärung. Kützling hatte allerdings schon früher die Essigsäureerreger beobachtet und beschrieben. Nun reiht sich Arbeit an Arbeit; Reeß, Bail, Brefeld, Fitz führen wichtige Forschungen zu Erfolg. Brefeld fand, daß auch die augenblicklich ruhende Hefe, in frische Zuckerlösung gebracht, wieder gären könne. Fitz konstatierte die Fähigkeit, Alkohol zu bilden, auch bei den meisten Schimmelpilzen, die allerdings schon bei geringem Alkoholgehalt der Gärflüssigkeit ihre Tätigkeit einstellen, während die Sproßhefe bis zu 20 Vol.-Proz. erzeugen und ertragen kann.

Reeß machte wichtige Beobachtungen über die Entwickelung der Hefe durch Sprossung, an deren Stelle aber unter Umständen Sporenbildung in der Zelle trete (Askosporen). Reeß konstatierte auch zuerst die Verschiedenheit der Hefenrassen, wie von Weinhefe und Bierhefe, und versuchte eine Einteilung. Ober- und Unterhefe sind nach ihm zwei verschiedene Rassen, die aber von einer gemeinsamen Stammform sich ableiten. Pasteur hatte auch bei seinen Studien klargemacht, daß verschiedene Spaltpilze Gegner der Gärung sind und durch geeignete Maßnahmen unschädlich gemacht werden können. 1881 nun, im gleichen Jahre, da Hoppe-Seyler noch Liebigs Theorie verteidigen zu müssen glaubte, setzen die denkwürdigen Arbeiten Hansens ein, der die Leitung des Carlsberg-Laboratoriums in Kopenhagen hatte.

Seine geniale Arbeit brachte System in das umfangreiche Gebiet der Morphologie und Biologie der Brauereihefen, schuf die Reinkultur und damit die Möglichkeit der Vergärung mit Hefenrassen von ganz bestimmten Eigenschaften. Fast gleichzeitig begannen im Berliner Institut für Gärungsgewerbe die ebenso wichtigen als erfolgreichen Arbeiten Delbrücks und Lindners über die Brennereihefen, die heute ein großes Spezialgebiet für sich darstellen und in der Brennereihefe Rasse II der Berliner Sammlung dem Brennereigewerbe eine ausgezeichnete Hefe in Reinkultur darbieten.

Nach der bakteriologischen Seite hin ergänzte Robert Koch 1883 diese Forschungen, indem er Reinkulturen von Bakterien herstellte und verwerten lernte. Ihm verdankt das Gärungsgewerbe, d. h. die Brennerei die Milchsäure-Reinzucht, von der später noch zu reden ist. 1896 machte Buchner die Entdeckung, daß der aus der Hefenzelle gewonnene Preßsaft Gärung verursache, die also nicht an das Leben der Hefe gebunden sei. Hatte Liebig nur einen rein mechanisch-chemischen Vorgang bei der Gärung angenommen, Pasteur darin einen Lebensprozeß der Hefe gesehen, bei dem er unentschieden ließ, ob dabei ein Enzym oder nur der Stoffwechsel mittätig sei, Hoppe-Seyler und andere, auf Liebigs Anschauungen fußend, einen zuckerspaltenden Körper vermutet, so muß nach Buchners Arbeiten heute die Ansicht als richtig angesehen werden, daß die lebende Hefe die Gärung wohl verursacht, aber nur dadurch, daß sie in ihrem Innern das wirksame Enzym erzeugt. So kamen nun beide Theorien zu Recht: den Löwenanteil hat die vitalistische Theorie Pasteurs; doch auch Liebig ist teilweise gerechtfertigt. Seine Anschauung von der inneren Bewegung, die die Zuckerzersetzung einleite und unterhalte und bei der Eiweißstoffe mitspielen, ist durch das Enzym Zymase eigentlich bestätigt. Nur mit dem Unterschied, daß dieses Eiweiß nicht

dauernd Bewegung und Zersetzung verursacht und selbst erleidet, sondern als Enzym nach moderner Anschauung Katalysator ist und somit für sich unveränderlich den Zersetzungsvorgang einleitet und unterhält. Allein im Grunde ist hauptsächlich doch die vitalistische Theorie zu Recht gekommen; denn nur der Lebensprozeß der Hefe erzeugt das Enzym, das dann den Zuckerzerfall bewirkt, und ist also, wenn auch nicht so direkt, wie früher angenommen, die Ursache des Gärungsvorganges. Ein Teil der Enzymforscher allerdings verläßt die vitalistische Auffassung mehr und mehr und behandelt die Enzyme ähnlich der Liebigschen Theorie als chemische Agenzien. Dies kann aber nur richtig sein, wenn die Enzyme., z. B. die Zymase, wie chemische Körper faßbar und im Protoplasma als solche erkennbar sind. Das ist nicht der Fall: die Enzyme in ihrem Aufbau und Entstehen hüllt das gleiche Dunkel ein wie die rätselhaften Lebensvorgänge und die wunderbare Tätigkeit des Protoplasmas und im Protoplasma. Die Enzyme entstehen und sterben jedenfalls wie das Protoplasma, mit dem sie so viele bedeutungsvolle Eigenschaften gemeinsam haben.

Wie wir das Protoplasma hemmen und töten, so auch fast auf gleiche Weise die Enzyme, so daß die mehr chemische Auffassung der Enzymwirkung doch mehr und mehr der vitalistischen weichen wird, wenn die heutigen Ansichten über Enzym und Enzymwirkung nicht überhaupt vielleicht eine völlige Umänderung erfahren in dem Maße, als wir in den Aufbau der enzymatisch abbaufähigen Körper einzudringen vermögen.

2. Ihre Erreger.

a) Allgemeines.

Die Kleinlebewesen, die in der Gärungsindustrie eine Rolle spielen, gehören der Klasse der Pilze an, also dem Pflanzenreich; sie besitzen aber keine Möglichkeit, Kohlensäure irgendwie aufzunehmen und zu ihrem Aufbau zu verarbeiten, da sie kein Chlorophyll besitzen. Die Pilze bedienen sich deshalb zu ihrem Lebensprozeß der Nahrung, die ihnen von höheren Pflanzen vorgebildet zur Verfügung steht. Für ihre Entstehung gilt, nachdem der Kampf lange genug die Gemüter beschäftigt hatte über die Frage, ob diese niederen Lebewesen unter besonderen Bedingungen aus lebloser Materie entstehen können oder nur aus bereits vorhandenen Stammpflanzen — das Virchowsche: omnis cellula e cellula! Jeder Pilz ist die Fortpflanzung von Zellen seiner Art. Die äußere Gestalt des Pilzes ist bedingt durch die Form der ihn bildenden Zellen, die entweder für sich allein ein selbständiges Dasein führen wie bei den Spaltpilzen (Bakterien) und den Sproßpilzen (Hefen) oder in größeren Mengen aneinander gereiht sind, wie bei den Schimmelpilzen. Diese drei Pilzformen sind es auch, die in der Gärungspraxis in Tätigkeit sind oder sein können, also gewollt oder ungewollt.

In der einfachen Gestaltung dieser Lebewesen sowohl als auch in verschiedenen Eigenschaften derselben liegt die wichtige Rolle begründet, die sie nicht allein in der Natur, sondern auch in der Technik spielen. Wir finden diese Kleinlebewesen allüberall in der Natur, wo Leben überhaupt möglich ist, wozu nicht zum wenigsten die ungeheure Leichtigkeit und Geschwindigkeit ihrer Fortpflanzung beiträgt. Trotz ihrer eigentlich zarten Konstitution sind

sie verhältnismäßig widerstandsfähig gegen Einwirkungen, denen sonst höher gebildete Pflanzen schnell erliegen. Dabei üben sie bei ihrem Lebensprozeß Kräfte aus, die im Verhältnis zu ihrem einfachen Aufbau geradezu überwältigend erscheinen können, zumal die Wissenschaft selbst noch weit davon entfernt ist, sie nachzumachen; Kräfte, die um so bedeutungsvoller erscheinen, wenn wir uns vergegenwärtigen, daß es sich um selbständige einfachste Wesen, Zellen oder Gruppen von Zellen handelt, die nur bei starker Vergrößerung, also mit bewaffnetem Auge kenntlich sind und Größenverhältnisse besitzen, zu deren Angabe man eine besondere Messungsgröße einführen mußte. Es handelt sich meist um Hundertstel und Tausendstel von Millimetern, weshalb man als Einheit für diese mikroskopische Messung das Mikron einführte, das Zeichen μ des griechischen Alphabets, das gleich einem Tausendstel Millimeter also gleich 0,001 mm ist. Es bedeutet die Größenangabe in μ somit eine Vereinfachung der Schreibweise. Während einfache Pilze, wie Bakterien, als Einzellenwesen nur mikroskopisch sichtbar sind, sind die höheren Pilze, wie die bekannten Schimmelpilze, wohl mit bloßem Auge als Kolonie zu sehen und neigen in der Zweiteilung ihrer Fortpflanzungsarbeit teilweise deutlich zu der der höheren Pflanzenwelt. Die Zellen selbst sind bei diesen Schimmelpilzen aber ebenfalls nur mikroskopisch erkennbar, da sie etwa 16 auf 4 μ groß sind, gegenüber der Hefenzelle, die das Maß 10 auf 7 μ hat. Gerade diese Kleinheit ist es, der wir die ungeheure Verbreitung dieser niederen Lebewesen zuschreiben müssen. Luft, Erde, Wasser enthalten unermeßliche Mengen solcher Lebewesen oder Keime, weshalb ja auch bei der Wasseruntersuchung eine dahingehende Probe unerläßlich ist. Aus der Erde und der Luft bringen alle Rohstoffe, die uns die Natur zur Verfügung stellt, große Mengen dieser Organismen mit, weshalb auch eine möglichst gute Reinigung der Rohstoffe vor ihrer Verwendung geboten ist und angeraten wurde. Untersuchungsergebnisse städtischer und staatlicher Anstalten geben erschreckende Zahlen über die Größe dieser Verunreinigungen der uns umgebenden Luft, der Rohstoffe und der Wasserläufe. Die Ursache der Höhe dieser Zahlen liegt in der riesigen, weil einfachen Vermehrungsmöglichkeit dieser Kleinlebewesen.

Eine Spaltpilzzelle bildet, wenn sie genügend gewachsen ist, in ihrer Mitte der Breite nach eine Scheidewand, die nach gehöriger Ausbildung die ursprüngliche Zelle in zwei gleiche zerfallen läßt. Ein Vorgang, der manchmal nur $^1/_2$ bis 1 Stunde braucht, so daß eine Zelle bei 1stündiger Dauer des Spaltungsvorganges in 24 Stunden etwa 33 Millionen weitere Zellen gebildet haben könnte, wenn nicht die Mutter Natur dafür gesorgt hätte, daß auch hier die Bäume nicht in den Himmel wachsen. Ganz abgesehen davon, daß diese Pilze ihre Nahrung sich nicht so einfach wie höher gebildete Pflanzen aus ihrer Umgebung nehmen können, sondern auf vorgebildete Stoffe angewiesen sind, die nicht überall und nicht in der Menge bereit liegen, die der unbegrenzten, riesigen Vermehrungsmöglichkeit der Pilze entsprechen müßte, so gilt auch für sie der Kampf ums Dasein, dem ein großer Teil der Zellen zum Opfer fällt, die teilweise auch absterben können, ehe sie auf geeigneten Boden gelangen. Allerdings ist den Pilzen eine gewisse Widerstandsfähigkeit eigen, die sie viel ertragen läßt, die aber sehr verschieden ist, je nachdem der ungünstige äußere Einfluß sie als solche trifft oder in jener Form, die wir Spore nennen. Diese bildet sich unter bestimmten Bedingungen in der Zelle und stellt eine rundliche Eiweißmasse dar, eingehüllt wie die Zelle selbst, aber in eine widerstandsfähigere Haut.

Diese Sporen können wieder wachstumsfähige normale Zellen bilden, sind aber gegen Hitze, Kälte usw. viel unempfindlicher als die Zellen, die Pilze selbst. Die Kälte allerdings ist von geringerem Einfluß auf diese Kleinlebewesen; sehr niedere Temperaturen vermögen nicht zu verhindern, daß sie wieder zu munterem Leben auferstehen, wenn normale Temperaturen erreicht sind. Die lebende Zelle allerdings ist nicht in allen ihren Genossinnen gleich widerstandsfähig und steht darin wieder der Spore nach. Die Hitze oder Wärme muß je nach ihrer Art der Einwirkung höher oder niederer sein, um die Vernichtung der Zellentätigkeit zu bewirken. Eine Zelle ist um so empfindlicher gegen Wärme, je frischer, je wasserhaltiger sie ist. Daraus ergibt sich die unterschiedliche Wirkung von feuchter Wärme oder Hitze (Wasserdampf) und trockener Wärme (z. B. erhitzter Luft). Letztere muß schon sehr hohe Grade haben, wenn sie die gleiche Wirkung wie feuchte Hitze haben soll. Genügt die Anwendung von strömendem Wasserdampf, um z. B. Gefäße in kurzer Zeit zu sterilisieren, so benötigen wir zum gleichen Zweck schon erhitzte Luft von 160 bis 180°. Während z. B. Hefe in heißem Wasser von 50° sicher zugrunde geht, kann sie in trockener Luft nahezu 100° ertragen, ohne gänzlich lebensunfähig gemacht zu werden. Es zeigt sich natürlich ein Unterschied im Verhalten, der in dem Zustand der Zelle bedingt ist, je nachdem diese mehr oder weniger kräftig ausgebildet, gesund ist. Andererseits erträgt z. B. an der Luft getrocknete Hefe oder anderes Pilzmaterial Temperaturen über 100°, z. B. 120 bis 130°, ohne die Lebensfähigkeit zu verlieren. Die Sporen selbst, soweit die Pilze solche bilden, sind im allgemeinen noch ungleich widerstandsfähiger. Ohne sie wäre eine Sterilisierung von Gefäßen und Flüssigkeiten eine leichtere Sache; doch kann auch die Hefenspore z. B. nur eine Temperatur ertragen, die wenig höher liegt als die für die lebende Zelle. Bei 65 bis 70° sterben die Hefensporen schon ab. Erhitzung unter Druck, die gleichbedeutend mit Anwendung höherer Temperatur ist, führt rasch zum Ziele. Die im Henzedämpfer aufgeschlossenen Rohstoffe sind also ganz steril gemacht. Alle daran haftenden Kleinlebewesen sind getötet. Für die Hefenindustrie und Gärungstechnik überhaupt ist natürlich die Kenntnis der Wärmewirkung auf die in Betracht kommenden pilzlichen Verunreinigungen der Rohstoffe sehr wichtig; die vielen Untersuchungen ergaben z. B., daß Temperaturen von 62° die Maischen so gut wie keimfrei machen. Beobachtungen, daß auch geringere Temperaturen wie 55° bei längerer Einwirkung genügen, möchte Verfasser nicht unterschreiben und von ihrer Anwendung dringend abraten. Je nach der Art der Verunreinigung mag das für den Einzelfall zutreffen. Die Tatsache der abtötenden Wirkung der Erwärmung einer Flüssigkeit auf ihren Keimgehalt wird beim Pasteurisieren benutzt. Man versteht darunter die Erwärmung z. B. von Bier im geschlossenen Gefäße (Flasche) auf die Temperatur von 60 bis 70° während kurzer Zeit. Das Pasteurisieren hilft aber nur da, wo in den betreffenden vergorenen Flüssigkeiten die Pilze nur als solche vorhanden sind, also keine Sporen enthalten.

Wo Sporen vermutet werden können, ist die sogenannte unterbrochene, fraktionierte Sterilisierung nötig. Das trifft zu, wenn z. B. Milch, Maische, oder Nährgelatine dauernd keimfrei werden sollen. Man erwärmt in diesem Falle 3 bis 4 Tage hintereinander auf 70° etwa 20 bis 30 Minuten und ist dann sicher, daß etwa das erste Mal unbeschädigt gebliebene Sporen in die vegetative Form übergehen und sicher das nächste Mal zur Abtötung gelangen.

Die einfache Wasserentziehung ist meist nicht gleichbedeutend mit Unschädlichmachung der Pilze; denn Zugabe von Wasser bringt, selbst nach langer Dauer der trockenen Aufbewahrung, einen großen Teil der Zellen wieder zu gewohnter Tätigkeit. Gewisse als Pflanzengifte bekannte chemische Körper sind natürlich auch den Pilzen schädlich, doch in so verschiedener Weise, daß manchmal sehr erwünschte Abtötung des einen bei gleichzeitiger Schonung des anderen erreicht werden kann. Bei „Enzyme“ hörten wir schon, daß Toluol, Chloroform usw. wohl die Hefe lahmlegen, aber die in ihr enthaltenen Enzyme nicht beeinflussen.

Für die Gärungsindustrie kommen nun vor allem die Mikroorganismen in Betracht, zu deren Lebensbedingungen das Vorhandensein jener Stoffe hauptsächlich gehört, die wir in den Rohstoffen vorfinden und für die Fabrikation nutzbar machen wollen. Während nun die höheren Pflanzen mit Hilfe des Chlorophylls aus einfachen Stoffen recht komplizierte Körper erzeugen, ist es Sache der Pilze, diese wieder in einfachere oder einfachste Körper zu zerlegen. Jede der bekannten Pilzarten hat besondere Lebensbedingungen, verlangt andere Nährstoffe oder zerlegt diese in anderer Weise, woraus wieder die Tatsache folgt, daß ein Teil dieser Pilze als Gegner der Gärung erscheinen können. Gemeinsam ist allen nur die Forderung der Anwesenheit einer genügenden Wassermenge, sonst aber zerlegt z. B. die Hefe den Zucker in Alkohol und Kohlensäure, der Milchsäurepilz in Milchsäure, der Essigsäurepilz den gebildeten Alkohol in Essigsäure usw. Und jede Art der Zersetzung verlangt die Gegenwart besonderer Begleitumstände. Verlangen die einen völligen oder teilweisen Luftabschluß, benötigen andere unbedingt Luftzufuhr. Gedeihen die einen bestens bei hohen Temperaturen, lieben die anderen ein Dasein in gemäßigter Wärme. Sie gedeihen teils auf neutralem, saurem oder alkalischem Nährboden und bei einer Stickstoffzufuhr in Form von Eiweiß- oder Ammoniakverbindungen. Daraus folgt die wichtige Tatsache, daß durch Regelung der Verhältnisse für eine bestimmte Pilzgattung, durch Darbietung der ihr zukommenden Optimalverhältnisse, diese fast ganz allein zur Fortpflanzung gebracht, mindestens so im Konkurrenzkampf unterstützt werden kann, daß sie bei längerer Dauer der ihr zusagenden Verhältnisse siegreich das Feld behauptet.

Auf dieser Grundlage entwickelt sich die Arbeitsweise, die man „natürliche Reinzucht“ nennt, die als solche heute auch den Schwerpunkt der Gärungstechnik darstellt, um so mehr als sie wieder den Ausgangspunkt für die „absolute Reinzucht“ bildet. Diese unterscheidet sich dadurch von der natürlichen, daß zu ihr eine Zelle verwendet und auf Vermehrung gezüchtet wird, so daß die ganze in Tätigkeit kommende Pilzmasse dieser einen Zelle entstammt. Die natürliche Reinzucht erreicht das auf dem Umwege der Ausschaltung der unerwünschten Verwandten durch Anwendung z. B. von Temperaturen, die diesen schädlich oder nicht besonders günstig sind, dagegen aber der gewünschten Art außerordentlich dienen, die denn auch bald die Gegner überwuchert und nur allein zu finden ist. Die natürliche Reinkultur gestattet so z. B. aus Maischen, die eine ganze Menge von ähnlichen Pilzen enthalten, durch Einhaltung bestimmter Temperaturen und besonderer Zusätze schon das erste Mal eine an der gewünschten Art sehr reiche Maische zu erhalten, die bei gleichen Versuchsbedingungen, der neuen Maische in kleinen Mengen zugesetzt, die gewünschte Art schon zur Alleinherrschaft führt.

Natürlich ist hierbei eine absolute Reinhaltung der Gebrauchsgefäße eine Hauptbedingung.

Die absolute Reinkultur muß andere Wege einschlagen, je nachdem es sich um Reinkultur von Hefe oder Bakterien dreht. Koch gab dazu seinerzeit die erste Anleitung, soweit es sich um Bakterien handelt. Als Nährboden verwendete er eine dem Bacterium erwünschte Nährlösung, die er mit 5 bis 10 Proz. Gelatine oder 1 Proz. Agar-Agar versetzte und fraktioniert sterilisierte. Diese Zusätze haben den Zweck, bei der durch sie beim Erkalten verursachten Gelatinierung der Masse die einzelnen Lebewesen an einem bestimmten Platz festzuhalten. Man gibt nun zu dieser durch Erwärmung verflüssigten gelatinierten Nährlösung eine stark verdünnte Aufschwemmung von Bakterien, mischt gut durch, gießt das Ganze in flache, weite Schalen in einer Menge, daß die Gelatine nach dem Erkalten eine sehr dünne Schicht bildet. Man kann auch hohe zylindrische weithalsige Glasgefäße benutzen; man gibt die Gelatine-Bakterienmischung hinein und rollt das Glas bis zur Erstarrung der Masse, die in feinster Schicht die Innenwand bedeckt.

Bald zeigen sich an der Oberfläche Kolonien, je nach Art des Bacteriums von anderem Aussehen.

Je einheitlicher eine Kolonie sich dem Auge zeigt — die Verdünnung mit der Gelatine muß so sein, daß die einzelnen Kolonien getrennt sind — desto mehr ist zu vermuten, daß es sich um eine Art handelt. In diesem Falle wird mit dem ausgeglühten, abgekühlten Platindraht etwas der gewünschten Kolonie abgenommen und auf sterile Gelatine oder Nährflüssigkeit geimpft. Meist ist die zweite Impfung schon Reinkultur; wenn nicht, so ist noch eine Verdünnung der mit dem Platindraht entnommenen Probe mit Gelatine zu empfehlen, bei der dann eine Verschiedenartigkeit der Kolonie, von der die Probe entnommen wurde, zutage träte.

Steht die Einheitlichkeit der zur Weiterimpfung benutzten Kolonie fest, so stellt diese dann eine Reinkultur dar, was aber immer durch sorgfältige Prüfung festzustellen ist. Hansen hat diese Methode für Hefe dahin abgeändert, daß er eine verflüssigte Gelatine mit sehr wenig Hefe verrührt und diese Mischung in feinster Schicht auf die untere Seite eines Objektgläschens aufträgt, das über die Höhlung eines Objektträgers aufgedrückt wird, um die etwas Vaseline gelegt ist. Bei genügender Verdünnung kann man einzelne frei liegende Zellen erkennen, im Wachstum kontrollieren und weiterzüchten. Eine außerordentlich einfache Methode hat der um dieses Gebiet hochverdiente Forscher am Berliner Institut, Paul Lindner, ausgearbeitet und angegeben. Er verdünnt Hefe mit steriler Würze so weit, daß ein mit einer kleinen abgeflammten Zeichenfeder auf ein Deckgläschen aufgetragenes Tröpfchen oder Strichelchen meist etwa eine Zelle enthält.

Bei einiger Übung ist das leicht zu erreichen. Lindner trägt nun mit der kleinen Feder auf ein abgeflammtes Deckgläschen eine bestimmte Anzahl Tröpfchen oder Striche auf und bedeckt mit dem Deckgläschen unter Abdichtung mit Vaseline die Höhlung eines sterilen Objektträgers. Beim Absuchen des Deckgläschens unter dem Mikroskop werden die Tröpfchen festgestellt, die nur eine Zelle enthalten, und mit Tinte außen am Deckgläschen bezeichnet. Man kann nun die Weiterentwickelung der Zelle im Würzetröpfchen sehr schön beobachten und, wenn nach 2 bis 3 Tagen diese genügend fortgeschritten ist, von der Kolonie der einzigen Zelle eines Tröpfchens etwas

abnehmen und weiter impfen. Diese Kulturmethoden dienen auch zur Feststellung des Keimgehaltes in Wasser, an dem Getreide, in den Maischen und lassen auch direkt Schlüsse zu über die Biologie der gefundenen Kolonien. Für gärungstechnische Zwecke aber gibt es nichts Einfacheres, Bequemeres und Erschöpfenderes als die Lindnersche Methode. Sie dient zur Isolierung der Einzelzelle, gestattet aber gleichzeitig eine vollständige Analyse der in den Tröpfchen verteilten Mikroorganismen, und zwar qualitativ und quantitativ, wovon später unter Hefenuntersuchung noch die Rede sein wird. Die Gelatinemethode ergibt mehr die äußeren Merkmale des Wachstums der verschiedenen Mikroorganismen in Anhäufungen, Kolonien, während die Tröpfchenkultur gleichzeitig eine intime Beobachtung der Kleinlebewesen gestattet, ihrer Fortpflanzungsarten, ihres Inhalts, ihrer Formen. Deshalb hat sie auch in den meisten Betrieben und Fällen die Gelatinemethode verdrängt und diese auf die passenden Einzelfälle verwiesen.

b) Die Hefenpilze.

α) Ihre allgemeinen Eigenschaften. Während früher unter Hefenpilz so ziemlich alles verstanden wurde, was Gärung im weiteren Sinne hervorrief, hat man an Hand der spezialwissenschaftlichen Forschung den Begriff einzuengen verstanden. Über eine Systematisierung aber ist bis jetzt keine Einigung zu erzielen gewesen, weil besondere Kennzeichen, die zur Annahme oder Aufstellung einer Gruppe dienen konnten, sich nachträglich als nicht konstant erwiesen. Obwohl man z. B. botanischerseits die Sporenbildung als Gruppenmerkmal annehmen zu dürfen glaubt, so steht dem wieder gegenüber, daß unter bestimmten Verhältnissen die Sporenbildung ausbleibt, also wechselt.

Trotzdem rechnet man jetzt die Hefenpilze zu den Ascomyceten, zu den sporenschlauchbildenden Pilzen und nimmt heute drei große Gruppen an, die echten sporenbildenden „Saccharomyceten", wohin alle Kulturhefen der Brauerei, Brennerei und Preßhefenfabrikation gehören, in weiterem Sinne auch vielleicht die Weinhefen, soweit aus den in der Natur vorkommenden Arten Kulturrassen gezüchtet wurden. Zu der zweiten Gruppe der „sporenlosen Hefen" zählen die echten Kahmhefen und Torulahefen; zur dritten Gruppe der „Spalthefen" jene Arten, die ähnlich den Spaltpilzen durch Spaltung sich vermehren. Technisch trennt man kurzerhand die Hefen in Kulturhefen und wilde Hefen, von denen die ersteren durch besondere Züchtung aus den natürlich vorkommenden wilden Hefen gewonnen wurden. Durch Anpassung an ihre besondere Arbeitsleistung haben sich so unter den Kulturhefen eine Anzahl Rassen von ausgeprägten Formen und Eigenschaften herausgebildet, die für die Einzelzwecke heute meist schon in Reinkultur von den Instituten zu haben sind. Ebenso ausgesprochenen Charakter zeigen die in der Natur vorkommenden Schädlinge der Arbeit der Kulturhefen, die wilden Hefen, zu denen die Kahm-, Torula- und Klein-(Exiguus-)hefen gehören. Eine weitere Beobachtung der Hefe in bezug auf ihre Tätigkeit läßt auch erkennen, daß abgesehen von anderen Unterschieden die Hefen in solche getrennt werden könnten, die gären und nicht gären. Man sieht, wie ungeheuer schwer die Aufstellung eines Systems ist, in dem klar und einwandfrei die einzelnen Arten untergebracht werden könnten. Gibt es doch heute noch angesichts der

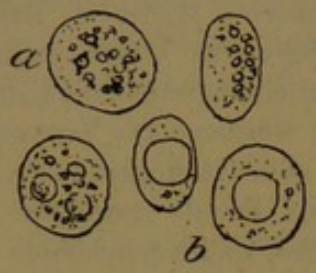
Tatsache, daß höher gebildete Schimmelpilze unter bestimmten Bedingungen einzellige Pilze abstoßen, die, hefenähnlich, sprossen und Zucker vergären, Anhänger der Ansicht, daß diese niedrigen einzelligen Pilze als Übergangs- oder Entwickelungsformen von höherstehenden Pilzen anzusehen sind. Dem stünde ja allerdings die dann merkwürdige Tatsache gegenüber, daß diese Übergangs- oder Entwickelungsformen, also die sogenannten Hefenzellen, sich doch andauernd in dieser Form fortpflanzen könnten. Man kann nach Lage der Dinge, die eine genaue Ordnung der vielen Pilze nicht einwandfrei zuläßt, den Begriff Hefe oder Hefenpilz dahin auslegen: Unter Hefe oder Hefenpilz versteht man jene einzelligen Kleinlebewesen, die vor allem Zucker in Alkohol und Kohlensäure zerlegen, dabei eine kräftige Gärung verursachen können und, soweit sie für die Gärungstechnik als erwünschte Helfer in Betracht kommen, sich durch Sprossung fortpflanzen und Sporen zu bilden vermögen.

Mit dieser Auslegung dürfte man alle jene Hefen einbegreifen, die heute als „Kulturhefen“ im großen gezüchtet und hergestellt werden. Die Verwandten, die nicht unter diese Definition fallen, sind für die Gärungsindustrie unerwünschte Gäste, wie alle diejenigen, die wir als Feinde gewollter guter Gärung als „wilde Hefen“ bezeichnen. Die Tatsache, daß auch höhere Pilze Alkohol zu bilden vermögen, kann die Umgrenzung des Begriffes Hefenpilz nicht weitergehend beeinflussen. Unregelmäßigkeiten und Ausnahmen weist jedes System auf.

Was nun die Form der Hefen anlangt, so schwankt dieselbe in der gleichen Rasse sehr oft von rund bis oval und länglich-oval. Doch können wir — von besonderen Fällen, in denen auch Kulturhefen längliche Formen annehmen, abgesehen — sagen, daß die Kulturhefen meist rundlich bis oval sind, rund die Torulaarten und langgestreckt bis rechteckig mit abgerundeten Ecken die wilden Hefen. Die unter normalen Bedingungen gewachsenen Kulturhefen weisen aber eine große Gleichförmigkeit des Bildes ihrer Rasse auf. Die Größe dieser Hefenzellen schwankt innerhalb großer Grenzen. Um einige Maße anzugeben, sei erwähnt, daß eine Kulturhefe etwa 7 auf 5,5 μ, eine Kahmhefe 8 auf 4 μ und eine Kleinhefe 4 auf 2 μ hat. Daraus ergibt sich schon ungefähr die Form der Zellen. Was nun den Aufbau der Hefenzelle anlangt, so besteht dieselbe aus der Zellhaut, die der Zelle Schutz verleiht und ihren Inhalt nach außen abschließt. Die Stärke dieser Membran, die ja für die zu assimilierenden Stoffe durchgangsfähig sein muß, wechselt sehr. Je nach der Art der Hefe ist die Zellhaut mehr oder weniger widerstandsfähig. Bei manchen Hefen genügt ein Druck auf das Deckgläschen, um die Zellwände der zwischen ihm und dem Objektträger liegenden Hefenzellen zum Zerreißen zu bringen. Henneberg hat im Berliner Institut in der letzten Zeit größere Untersuchungen angestellt über die Schlagfestigkeit gepreßter Hefen, bei denen sicher der mit dem ganzen Entwickelungsgang der Hefe zusammenhängende Zustand der Zellmembran mitspielt. Wir werden davon weiter unten bei der Hefenuntersuchung hören. Der Zellinhalt nun ist der wichtigste Teil der Hefenzelle. Er besteht größtenteils aus einer hocheiweißreichen Flüssigkeit, Protoplasma genannt, das in seinem Aussehen, je nach der Hefenrasse, sehr wechselt. Während den Kulturhefen im allgemeinen ein körniges, griesiges Protoplasma zukommt, wird dasselbe um so glänzender und gleichmäßiger, je mehr sich eine Hefe den wilden Arten nähert. Wenn auch manchmal junge Kulturhefenzellen ein weniger griesiges Protoplasma aufweisen, so tritt der eigentlich glänzende

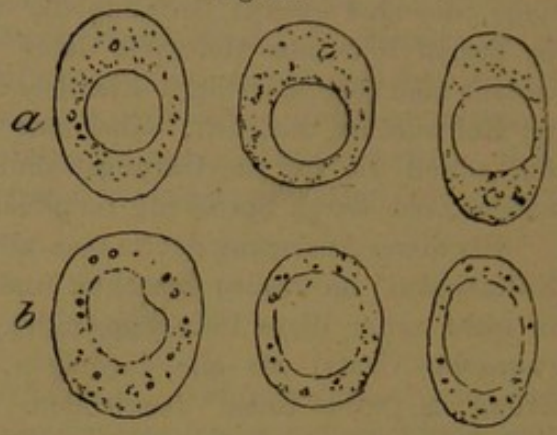
Zellinhalt doch fast als Charakteristikum der wilden Hefen (Kahmhefen, Torulahefen und Kleinhefen) auf. Außer Eiweißstoffen enthält der Zellinhalt noch Fett, ebenfalls in sehr wechselnden Mengen. Der Fettgehalt scheint mit dem Luftbedürfnis der Zellen zusammenzuhängen. Zum Beispiel die der Luft am meisten ausgesetzten obersten Schichten von Gelatinehefenkulturen und abgepreßten Kulturhefen enthalten viel Fett (Fig. 94). Besonders aus-

Fig. 94.



Die fetthaltigen Zellen (*a*) sind durch den Lufteinfluß auf der Oberfläche der abgepreßten Hefenmenge entstanden. Die Zellen mit Vacuolen (*b*) sind aus der Tiefe der Hefenmenge. (1000 fach.)

Fig. 95.

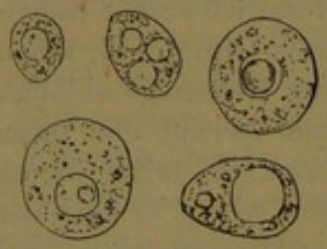


Reihe *a*: Zellen von frisch hergestellter Hefe. Reihe *b*: Die gleiche Hefe nach weiteren 6 Tagen bei warmer Sommertemperatur. Die Triebkraft ist schlecht geworden. Die Vacuolen sind groß und unscharf abgegrenzt. Das Plasma ist hell. (2000 fach.)

gezeichnet sind dadurch die Kahmhefen und Torulaarten, bei denen die Fetttröpfchen meist deutlich unterm Mikroskop zu sehen sind.

Im Zellinhalt treten oft mehr oder weniger deutlich sichtbare hellere Stellen auf, die man früher für Hohlräume hielt und deshalb „Vacuolen" nannte (Fig. 95). Man weiß aber heute, daß es einfach wässerige Safträume sind.

Fig. 96.



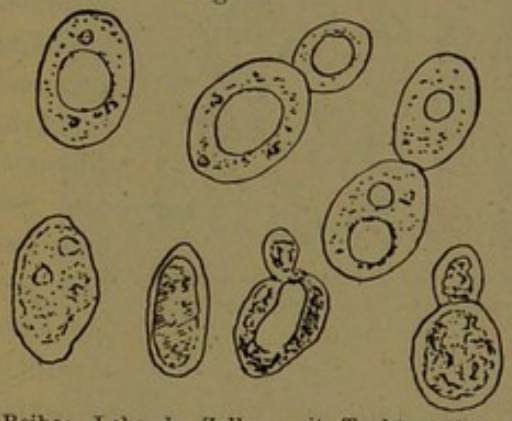
Untergärige Bierhefe. Die Zellform variiert öfters in starkem Maße. In den Vacuolen sind bisweilen runde fetthaltige Körper. Das Plasma ist stark gekörnt, die Vacuole (eine oder mehrere) zeigt verschiedene Größe. (1000 fach.)

Die Vacuolen — den Namen hat man trotz des falschen Sinnes beibehalten — treten bei jungen Zellen gar nicht auf; bei diesen vermag das Protoplasma gleichmäßig den Zellraum zu erfüllen. Mit Zunahme des Alters und der Größe der Zellen treten die Vacuolen auf, und zwar um so deutlicher, je dichter das Plasma, weil allem Anscheine nach die Aufnahme des Eiweißes nicht insoweit dem Wachstum der Zelle gleichen Schritt hält, daß es gleichmäßig den ganzen Zellsaft durchsetzt, sondern sich dann gegen die Wandung hin dicht zusammendrängt. Vielleicht hängt das damit zusammen, daß an der Oberfläche der eiförmigen Zelle eine Wasserverdunstung stattfindet, die eine Konzentration des Protoplasmas bei der Zellhaut zur Folge hat. Die Kahmhefen haben meist zwei bis vier solcher Safträume, die Kulturhefen nur einen, höchstens zwei derselben. Zellen, die dem Untergange geweiht sind, lassen diesen Saftraum nur mehr undeutlich erkennen, wohingegen dann die Zellhaut sich zusammenzieht und runzelig auszusehen beginnt. In den Safträumen befinden sich einige stark lichtbrechende Körnchen in lebhafter Bewegung (Fig. 96); diese Vacuolenkörnchen werden aber nach Kohl nur durch Färbung mit Neutralrot 1 : 5000 oder

1 : 10000 sichtbar gemacht und geben an Zuckerlösung den Farbstoff wieder ab. Der übrige Zellinhalt bleibt ungefärbt. Bei der Zellteilung oder Sporenbildung verschwinden die Vacuolenkörnchen, die meist von einer kleinen hellen Zone, wie von einer Vacuole, umschlossen sind.

In dem Protoplasma sind auch da und dort Beobachtungen gemacht worden, die auf das Vorhandensein eines „Zellkernes“ schließen lassen, der von sporenbildendem Plasma umgeben ist. Über diese Frage ist viel gearbeitet worden; nur umständliche Färbeversuche bringen unter besonderen Bedingungen den Zellkern zur Erscheinung. Janssen hält nun die bei Neutralrot sichtbaren Vacuolenkörperchen für den Nucleolus und die Vacuole für den Zellkern (Nucleus); doch haben andere Forscher getrennt von den Vacuolenkörnchen den Zellkern gesehen und ihm einen Anteil an der Sprossung oder Sporenbildung der Hefe zugeschrieben. Dabei gehen die zwei Teile des Zellkernes an die beiden Pole der Zelle, um dort noch einmal sich weiter zu teilen. Aus Vorstehendem erhellt nun der deutliche Unterschied in der Gestalt der lebenden, absterbenden und toten Zelle. Die gesunde Zelle ist vollgefüllt vom Zellinhalt (Fig. 97), so daß ihre Membran glatt gespannt ist. Tritt nun durch äußere Einflüsse oder innere Vorgänge das Verderben ein, das Erlöschen der normalen Zelltätigkeit, dann tritt Wasser aus dem Innern durch die einschrumpfende Membran, das Eiweiß gerinnt und sammelt sich bei der Zellhaut an, so daß diese stärker erscheint. Das vorher dunklere, körnige Plasma wird dadurch heller, glänzender, gleichmäßiger und nimmt im Gegensatz zum lebenden Plasma leicht ungiftige Farbstoffe auf (Methylenblau, Gentianaviolett), ein leichtes Mittel, kranke oder tote Zellen von den lebenden gesunden zu unterscheiden. Mit dem Eintritt des Todes der Zelle gehen in ihr Umsetzungen vor sich, bei denen das Endotrypsin (Endotryptase, Hefenpeptase) beteiligt ist, das länger in Wirkung bleibt. Der Zellinhalt wird immer heller, die verschiedenen vorher sichtbaren Teilchen verschwinden. Das Eiweiß zieht sich immer mehr zusammen und behält dann meist seine Form; die Zellhaut selbst bleibt öfters als solche in ihrem eingeschrumpften Zustande erhalten. Da die Forscher, die die Zellkerne fanden, sie meist in ruhender, älterer Hefe nachwiesen, wurde vielfach angenommen, daß Umsetzungsvorgänge im Zellinhalt, wie vorhin beschrieben, ähnliche Gebilde vortäuschen könnten; doch ist dem wohl nicht so. Am längsten halten sich im sterbenden Protoplasma die Fetttröpfchen; auch sie verschwinden nach längerer Zeit infolge des Angriffs der Lipase der Zelle. Die Enzyme halten sich also am längsten in Wirksamkeit, vielleicht ein Grund, sie wirklich als vom lebenden Organismus der Zelle geradezu unabhängige chemische Körper aufzufassen. Auf welche Weise die Lipase wirkt, ist nicht sicher, da nach Buchner bei der zellfreien Gärung mit Zymase keine Fettsäuren nach-

Fig. 97.



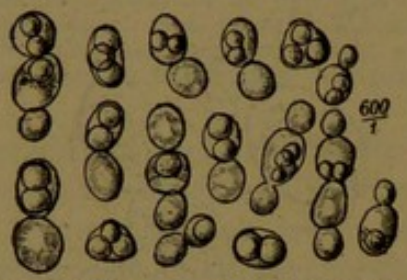
Obere Reihe: Lebende Zellen mit Tochterzellen der Rasse XII. Untere Reihe: Abgestorbene Zellen. Die Form wird unregelmäßig, das Eiweiß ist koaguliert und zusammengeschrumpft, die Vacuolen verschwinden oder sind unregelmäßig geformt. (1000 fach.)

zuweisen sind, die von der Glyceridspaltung stammen müßten, wenn entsprechend Glycerin anfiele.

Die Vermehrung der Hefenzelle geschieht normal durch Sprossung; nur einige wenige Mitglieder dieser großen Familie der Hefen bilden die neuen Zellen durch Teilung. Als Merkmal der Kulturhefe kann man so wohl das Vermögen ansehen, sich durch Sprossung fortzupflanzen. Das heißt an der Mutterzelle bildet sich eine Ausstülpung (s. Fig. 97, obere Reihe), die rasch größer wird und, wenn sie die Größe der Mutterzelle hat, rasch sich an der Verbindungsstelle ein- und abschnürt, um als selbständiges Wesen weiter zu sprossen. So kann in der kurzen Zeit einer halben Stunde etwa bei günstigen Verhältnissen sich eine Tochterzelle bilden, doch hat die Vermehrungsmöglichkeit eine Grenze, die von den Lebensbedingungen, wie Temperatur und Luftzufuhr, abhängig ist, durch die wieder Alkoholbildung und Vermehrung der Hefe reguliert werden.

Die Art der Sprossung selbst ist wieder bei den einzelnen Arten verschieden. Entweder die Tochterzellen lösen sich von der Mutterzelle ab, wie bei den Torulaarten, die sich fein in der Gärflüssigkeit suspendiert halten. Oder es hängen beide so fest zusammen, daß sie sehr haltbare Sproßverbände bilden, die ihrer dichten Verästelungen halber für die Kahmhefen, überhaupt die wilden Hefen kennzeichnend sind. Sehr beständig sind die Verbände der Bierhefe, womit die Leichtigkeit zusammenhängt, mit der sich diese Hefe nach der Arbeit setzt. Die Brennerei- und Preßhefen bilden ebenfalls Sproßverbände, die aber bei dem Ende der Gärung meist zerfallen und deshalb leicht fein verteilt bleiben, ein für Preßhefe gern gesehener Zustand.

Fig. 98.



Sporenbilder von einer Betriebshefe (Gipsblockkultur) nach Lindner. (600fach.)

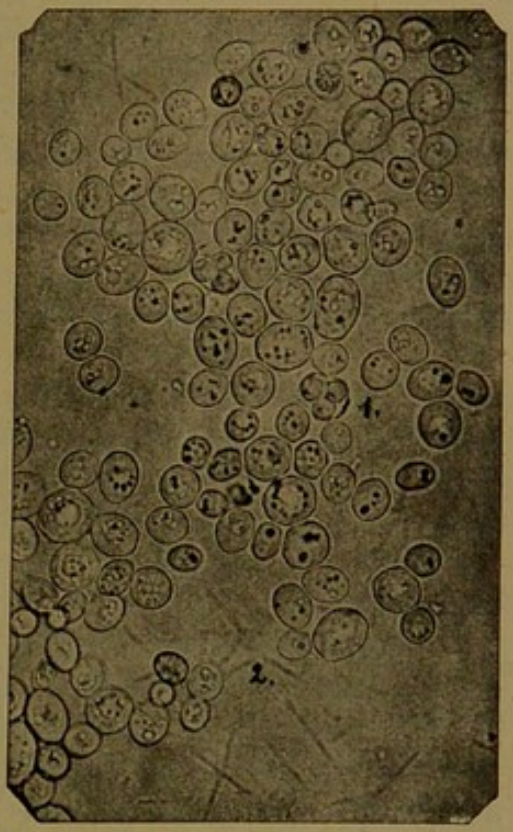
Eine den Kulturhefen noch zukommende ziemlich gemeinsame Eigentümlichkeit ist die der Sporenbildung, die für die Praxis keine Bedeutung hat, aber deshalb doch besprochen werden soll, weil sie wegen der Sterilisierung von Flüssigkeiten zur Reinzucht in Betracht gezogen werden muß. Bei den Kulturhefen können sich die Sporen meist bis zu vier in einer Zelle bilden (selten mehr), und zwar meist in rundlicher Form. Wilde Hefe bildet manchmal hutförmige Sporen. Die Schnelligkeit der Sporenbildung ist für manche Hefen charakteristisch und wird bei den am langsamsten sie bildenden Rassen durch Gipsblockkultur nach Lindner gefördert. Auf einen feucht gehaltenen, oben glatten Gipsblock in dünner Schicht gestrichen und warm gehalten zeigen hier die zwei großen Familien der unter- und obergärigen Hefe den Unterschied, daß erstere unter gleichen Bedingungen langsamer Sporen bilden. Nachstehend eine Gipsblock-Sporenkultur (Fig. 98) einer Betriebspreßhefe und (Fig. 99) eine Sporenbildung in der Würze einer Adhäsionskultur. Der berühmte Hefenforscher Hansen hat versucht die Sporenbildung zur Einteilung der Hefen zu benutzen; doch scheitert das bis jetzt an der Unsicherheit, aus einer bekannten Hefenrasse wieder Sporen zu erhalten, während andere plötzlich wieder Sporen bilden. Jedenfalls bedeutet die Lösung dieser Frage auch die von anderen, nachdem man häufig den Zellkern in Beziehung zur Sporenbildung gebracht bzw. seine Teilnahme dabei bemerkt hat. Die dabei beobachteten

Zufälle haben sogar den Gedanken an einen geschlechtlichen Vorgang aufkommen lassen.

Die Spore ist der Dauerzustand, in dem die Hefe unter Umständen ihre zukünftige Generation vor Unbilden schützen kann, denen wohl die Spore, sie selbst aber nicht gewachsen ist. Die Spore ist die Schutzform, die, wie beim Wein z. B., der Hefe ermöglicht, unter ungünstigsten Bedingungen ihre Wachstumsmöglichkeit zu bewahren.

Die Temperatur ist nicht ohne Einfluß auf die Hefe, und zwar in wechselndem Maße, je nach Art der Hefe. Außerdem ist die Wirkung bei steigender Temperatur so, daß bei einem Maximum zuerst die Vermehrungsfähigkeit und bei einem noch höher liegenden erst die Lebensfähigkeit der Zelle erlischt. Eine bei der entsprechenden Höchsttemperatur nicht mehr sprossende Hefe bietet unter dem Mikroskop noch das Bild lebender Hefe und nimmt z. B. keinen Farbstoff, wie Methylviolett, auf, lebt also noch. Henneberg fand z. B. eine Maximaltemperatur für die Sprossung bei Brennereihefen von 40° und Brauereihefen von 33 bis 35°, die Optimaltemperatur beträgt dagegen 33 bis 40° und 25 bis 26°, die Maximaltemperatur für die Lebenstätigkeit, d. h. für die Abtötung dieser Hefen fand Henneberg bei 68 bis 70°, für Bierhefe bei 58 bis 64°. Das Minimum der Lebenstätigkeit liegt für Brauereihefen bei etwa 3 bis 5°, bei Brennereihefen etwas höher.

Fig. 99.



Rasse V: Preßhefe.
8 Wochen alte Adhäsionskultur.
1. Zelle mit Sporen. 2. Kristallnadeln.
(600 fach.)

β) Ihre Bestandteile. Wie allen organisierten Körpern ist der Hefe ein hoher Wassergehalt eigen, der sich zwischen 70 und 75 Proz. bewegt. Verlust an Wasser ist bei niedriger Temperatur und langsam vollzogen nicht direkt tödlich für die Hefe, schädigt aber ihre Gärtätigkeit, bzw. ihre Gärkraft. Geht die Wasserentziehung unter einen Gehalt daran von 15 bis 20 Proz. zurück, so bedeutet das für die Mehrzahl der Zellen eine starke Schwächung, was an den sogenannten Dauer- oder Tropenhefen zu konstatieren ist, die bis zu einem Wassergehalt von 15 Proz. getrocknet, praktisch — selbst bei vorsichtigster Trocknung — nur eine Gärwirkung von $^1/_2$ der angewendeten gepreßten Hefe haben. Der Verfasser hat längere Zeit solche Tropenhefe verfertigt und bei größter Sorgfalt der Trocknung stets die Einbuße von $^2/_5$ bis $^1/_2$ der ursprünglichen Gärwirkung festgestellt, was auch im mikroskopischen Bilde zum Ausdruck kommt. Die übrigen Bestandteile der Hefe müssen natürlich sehr wechseln angesichts der Verschiedenartigkeit der Lebensbedingungen. Einen Hauptanteil an der etwa 25 bis 30 Proz. betragenden Trockensubstanz gepreßter Hefe haben die Eiweißverbindungen, da zwischen 5 und 12 Proz. Stickstoff bestimmt wurden. Je eiweißreicher natür-

lich die Nährflüssigkeit bei nicht zu großer Vermehrung ist, desto mehr hat die Hefe Gelegenheit für ihr Bestreben, Eiweiß aufzunehmen und aufzuspeichern. Heinzelmann fand z. B. bei Untersuchung von zwei nach dem Lüftungsverfahren gezüchteten Rassen II und XII der Berliner Sammlung folgende Zahlen:

	In der gepreßten Hefe		In der Trockensubstanz			In der Asche		
	Wasser Proz.	Trockensubstanz Proz.	Asche Proz.	Stickstoffh. Stoffe Proz.	Stickstoffr. Stoffe Proz.	Phosphorsäure Proz.	Kali Proz.	Magnesia Proz.
Rasse II	76,70	23,30	9,90	43,34	46,76	54,41	0,95	4,86
Rasse XII	73,70	26,30	8,13	50,28	41,59	52,72	0,60	4,79

Stutzer fand bei Untersuchung der Proteïnverbindungen der Trockensubstanz einer Hefe an

Gesamtstickstoff	8,648 Proz.
Eiweißstickstoff	7,773 „
Nucleïnstickstoff	2,257 „

Diese Zahlen würden ungefähr bedeuten, daß von 100 Tln. Stickstoff etwa

Amide und Peptone	10,11 Proz.
Eiweiß	63,80 „
Nucleïn	26,09 „

vorhanden sind.

Durch Hayduck ist ein direkter Zusammenhang des Stickstoffgehaltes mit der Gärkraft festgestellt, so daß hiermit ein wichtiger Fingerzeig gegeben ist. An unverbrennlichen Anteilen hat die Hefentrockensubstanz rund 10 Proz.; diese bestehen hauptsächlich aus Phosphaten, wie aus obiger Zahl des Phosphorsäuregehaltes hervorgeht. Nachgewiesen sind noch außer Kalium und Magnesia Eisen, Schwefel, Natrium und Calcium, welch letztere beiden kaum von Bedeutung für die Hefenernährung sein dürften.

Zu den stickstofffreien Körpern zählt die Zellmembran, die aus einer anderen Cellulose besteht wie die Zellwandungen höherer Pflanzen. Während diese sich in Kupferoxydammoniak lösen und mit Jod und Schwefelsäure Blaufärbung ergeben, weist die Hefenmembran keine dieser Reaktionen auf.

Die von Hayduck festgestellte Beziehung Stickstoffgehalt der Hefe zu Gärkraft findet ihre Bestätigung auch in der Praxis. Nimmt man zur Zeit der heftigsten Gärung und Vermehrung der Hefe Proben, preßt sie aus und untersucht dieselben auf Gärkraft, so findet man Zahlen, die stets höher sind als die der gepreßten Hefe nach beendeter Gärung.

Der Verfasser kann hierin die Beobachtungen Langes durchaus bestätigen, die ja wieder außerdem ihr Pendant haben in den gleichzeitig festgestellten Eiweißgehalten, die am größten sind bei der größten Arbeitsleistung der Hefe, also nicht am Schluß der Gärung.

Als sehr wichtig anzusehen sind unter dem Proteïngehalt die phosphorsäurehaltigen Nucleïnverbindungen, die den Zellkern größtenteils ausmachen

und bei Behandeln von Hefe mit physiologischer Pepsin-Salzsäurelösung nicht in Lösung gehen. Die an den Nucleïnen beobachteten giftigen Eigenschaften betrachten viele als die Ursache der Heilwirkung von Hefe, die aber auch der Zymase zugeschrieben wird. Diese Nucleïne werden beim Kochen zersetzt, sind also in der Schlempe jedenfalls als solche nicht mehr vorhanden.

Außerdem finden wir in der Hefe je nach ihrer Herkunft auch die Enzyme, die in der Gärungsphysiologie in Tätigkeit treten können: Zymase, Peptase, Lipase, Oxydase und Invertase, fast alle sind sie ziemlich regelmäßige Bewohner der Hefe, was ja bei der Vielseitigkeit der Beanspruchung der Hefentätigkeit eigentlich selbstverständlich ist.

Erwähnenswert ist noch der Fettgehalt, der sicher auch als Reservestoff dient und je nach der Gewinnung der Hefe eine ziemliche Höhe erreicht, was oben schon erwähnt ist. Nach dem Absterben der Zelle verschwinden die einzelnen Tröpfchen, fließen zusammen und fallen wahrscheinlich der Lipase zum Opfer.

Ein wichtigerer Bestandteil der Hefe ist das Glykogen, ein Kohlenhydrat der Zusammensetzung $C_6H_{10}O_5 + H_2O$ oder $C_{12}H_{20}O_{10} + H_2O$, das in kaltem Wasser schwer, in heißem leicht löslich ist und daraus mit Alkohol und Kochsalz ausgefällt werden kann. Mit verdünnten Säuren wird das Glykogen in Dextrose und in Dextrin, durch Kochen unter Druck ganz in gärungsfähigen Zucker übergeführt.

Dieser Hefenbestandteil nimmt eine Mittelstellung zwischen Stärke und Fett ein, macht das Protoplasma stark lichtbrechend und färbt sich mit Jod braun.

Das Glykogen kann die Zellhaut nicht passieren, leistet also nur innere Arbeit. Über seine Tätigkeit ist man sehr im unklaren; im tierischen Organismus, wo sich das Glykogen hauptsächlich in der Leber findet, ist durch Versuche festgestellt, daß mit dem Glykogengehalt der Leber der an Eiweiß wächst, so daß vermutlich das Glykogen aus Eiweiß Zucker abzuspalten vermag. Kohl betrachtet das Glykogen deshalb als den Regulator der Zuckerzufuhr in die Hefe.

Findet sich doch das Glykogen auch dann am reichlichsten in der Hefe, wenn ihr Eiweißgehalt am stärksten ist. Über das Glykogen in den Kulturhefen hat Henneberg weitgehende Versuche angestellt. Bei der Lagerung von Hefe verschwindet der Glykogengehalt, und zwar bei 6 bis 8° in 1 bis 2 Monaten langsam, bei 37° in 24 Stunden; bei höheren Temperaturen aber, die die Hefe lahmlegen, bleibt es länger erhalten. Der schwindende Glykogengehalt beeinflußt die Triebkraft günstig. Wird Hefe unter Wasser gelüftet, so verschwindet das Glykogen in kurzer Zeit vollständig. Eine Anreicherung daran findet statt beim Stehenlassen von Hefe in 20proz. Dextrose- oder Rohrzuckerlösung. Henneberg hat nun bei dem Versuch, aus dem Bild der Hefe unter dem Mikroskop auf ihren physiologischen Zustand schließen zu können, gefunden, daß das Fehlen oder Vorhandensein von Glykogen keinen direkten Schluß auf den Zustand der Hefe zuläßt. Er glaubt sagen zu dürfen, daß sonst gut genährte, aber glykogenarme Hefen doch auf Eiweißreichtum schließen lassen.

γ) Die Ernährungsbedingungen und Lebensbedingungen der Hefe. Aus ihrem großen Wassergehalt ergibt sich als erste Grundbedingung für ihr Gedeihen die Möglichkeit der Wasseraufnahme. Von den anorganischen Bestandteilen der Asche haben sich als unentbehrlich erwiesen Kalium, Phosphor-

säure und Magnesia; Calcium nur insofern, als dadurch das unschädliche Kalksalz der bei der Gärung entstehenden giftigen Oxalsäure sich bildet. Bezüglich des Eisens ist wohl die Vermutung gerechtfertigt, daß es auch für die Hefe nicht entbehrlich ist. Unsicher ist das für den Schwefel. Zum Aufbau braucht also die Hefe nach dem heutigen Stand der Sache: Phosphor, Schwefel, Kalium, Magnesium, Eisen, Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff. Auf Grund dieser Tatsache hat man künstliche Nährlösungen hergestellt, die sich sehr gut bewähren und speziell für Versuche im Laboratorium benützt werden, wenn nicht doch besser die natürlichen Nährlösungen, hergestellt aus Getreide, dazu gewählt werden. So ist z. B. Bier mit seinem geringen Alkoholgehalt für Kahmhefen ein günstiger Nährboden. Ebenso wird auch eine Hefenabkochung von etwa 100 g Hefe auf 1 Liter Wasser gern benutzt, der noch 10 Proz. Rohrzucker zugesetzt werden. Die künstlichen Nährlösungen müssen so Verwendung finden, daß darin, wie bei den höheren Pflanzen, $^1/_{10}$ Proz. Salz in Lösung vorhanden ist. Der Unterschied der verschiedenen Nährlösungen ist meist der, daß einmal der Stickstoff als Ammoniaksalz, das andere Mal in Form eines Abbauproduktes des Eiweißes, wie Asparagin oder Pepton, gegeben wird. Der Ammoniakstickstoff setzt große Hefenaussaat voraus, wenn er assimiliert werden soll. Sehr gebräuchlich ist die Hayducksche Nährlösung, die im Liter

25,0 g saures phosphorsaures Kalium,
8,5 g schwefelsaures Magnesium,
20,0 g Asparagin

enthält.

Von ihr werden 2 Tle. auf 100 Tle. verdünnt und mit 10 Tln. Rohrzucker versetzt.

Henneberg gibt, wenn die Lösung mit destilliertem Wasser gemacht ist, noch 0,05 Proz. Chlorcalcium zu.

Für den organischen und anorganischen Aufbau benötigt also die Hefe außer den Kohlenhydraten noch stickstoffhaltige Körper und die Salze, die ihr die nötigen Bausteine liefern.

Vielfach wird jetzt fabrikmäßig ein Hefenextrakt dargestellt, der natürlich der zu bildenden Hefe alles bieten könnte, was sie benötigt. Ausgepreßte Hefe läßt man bei höherer Temperatur stehen, wobei unter der Wirkung der Hefenpeptase der Zellinhalt in Lösung geht und nur die leeren Zellhäute übrig bleiben. Der nun von den Hüllen abgezogene Brei wird eingedickt und an Stelle von sonstiger Stickstoffzufuhr verwendet. Die Berichte, soweit sie bekannt sind, lauten günstig.

Doch ist erklärlich, daß die Mehrzahl der Betriebe sich der natürlichen Hilfsquellen bedient, der stärke- und eiweißhaltigen Rohstoffe, die außerdem ja auch alle die erforderlichen Salze enthalten. Es ist ja nur nötig, ihren Stärkegehalt in Zucker zu verwandeln und ihren Eiweißgehalt so weit abzubauen, daß er für die Hefe verarbeitbar wird; die Nährsalze stehen bereit und gehen bei dem Aufschließungsprozeß in Lösung. Außer den Zuckerarten vermag die Hefe aber auch manche organische Säuren, die sich im Getreide oft vorfinden, als Kohlenstoffquelle zu benutzen, z. B. Milchsäure, Apfelsäure, Bernsteinsäure, Zitronensäure. Die Zuckerarten als Nährstofflieferanten verhalten sich gegenüber den Hefen insofern nicht gleich, als sie von den verschiedenen Arten weniger oder gar nicht angegriffen werden und so eine

teilweise Differenzierung derselben zulassen. Unter den stickstoffhaltigen Körpern sind es speziell die niedersten Abbauprodukte des Eiweißes, die Amide, und unter diesen besonders das Asparagin, die für die Hefe die tauglichste Stickstofform darstellen. Malz und Malzkeime enthalten davon ziemliche Mengen; das im Malz enthaltene Enzym „Malzpeptase" leitet und fördert den Eiweißabbauprozeß des Eiweißes für die Hefe. Da die Zellenmembran wohl für die Nährstoffe durchgangsfähig ist, diese aber, solange sie lebt, nicht wieder nach außen läßt, so ist es nötig, daß der Hefe die Nährstoffe in der Maische in der günstigsten Verfassung und in einer Konzentration geboten werden, die ihr zuträglich ist, also etwa für die Hefenfabrikation in Maischen von 12 bis 14° Balling, von günstigster Verzuckerung und weitgehendstem Eiweißabbau. Allerdings vermag die Hefe auch noch in stärker konzentrierten Maischen zu gären; aber der Verlauf ist sehr langsam und dazu ein halber, da bestimmte gebildete Alkoholgehalte die Hefentätigkeit hemmen.

Eine untere Grenze ist für die Konzentration eigentlich nicht vorhanden; Hefe vermag in Wasser noch Alkohol und Kohlensäure zu bilden, auch wenn sie sich selbst überlassen bleibt. Vermutlich spielt hier der Glykogengehalt eine Rolle; die Reservestoffe werden aufgebraucht, das Protoplasma durch die Peptase gelöst, die Membran schrumpft ein und wird von innen nach außen durchgangsfähig. Der Inhalt tritt aus und kann den noch gesunden Zellen zur Nahrung dienen. Dieser Vorgang geht allmählich von Zelle zu Zelle und wird Selbstverdauung (Autolyse) genannt. Auf ihr beruht, wie oben erwähnt, die Gewinnung der Hefenextrakte. Von diesem Vorgang verschieden ist die Fäulnis toter Hefe, bei der auch Bakterien mit tätig sind.

Wie nun die Hefe die ihr gebotenen Nährstoffe aufnimmt und als Bausteine benutzt, wissen wir nicht; auch über die Stoffe, die die Hefe als überflüssig oder unbrauchbar abscheidet, wissen wir wenig. Oxalsäure, Essigsäure, andere flüchtige Säuren müssen einstweilen als Stoffwechselprodukte aufgefaßt werden. Da man nun in gärenden Maischen auch vorher nicht vorhandene Amide auffindet, nimmt man an, daß der proteolytische Prozeß in der Zelle die Abstoßung von Abbauprodukten zur Folge habe, zumal diese Ausscheidung besonders stark bei erhöhter Tätigkeit beobachtet wird. Ob man diese ausgeschiedenen Amide als Stoffwechselprodukte ansehen soll und darf, ist die andere Frage, sie können ja wieder der Hefe als Nahrung dienen, sind also nicht Stoffwechselprodukte im gebräuchlichen Sinne des Wortes. Man versteht darunter doch meist solche, die bei ihrer Anreicherung dem Erzeuger schaden, also von ihm entfernt werden müssen. Die Umsetzungen im Innern der Hefe sind noch sehr in Dunkel gehüllt: als Stoffwechselprodukte kennen wir die obengenannten flüchtigen Säuren, den Alkohol und die Kohlensäure nebst vielen Nebenprodukten, von denen z. B. das Fuselöl nach Ehrlich unter Stickstoffabspaltung sich bilden soll. Ob es je gelingen wird, Licht in den Stoffwechsel der Gärung zu bringen, dürfte schwer zu bejahen sein bei diesem — sit venia verbo — Schlachtgetümmel der Atome, Moleküle und Molekülgruppen.

Was nun die Begleitumstände anlangt, unter denen die Hefe ihre Tätigkeit zu vollziehen hat, so kommen hier in Betracht die Stoffe, die in den Maischen außer den Nährstoffen vorhanden sind oder diesen zugesetzt werden, um eine Wirkung auf sie auszuüben, und weiter ihr Sauerstoffbedürfnis und dessen Befriedigung.

Was das Verhältnis der Hefe zum Sauerstoff anlangt, so hat schon Pasteur darüber sich geäußert und behauptet, daß die Zuckerzersetzung durch Hefe nur eine Folge von Sauerstoffmangel sei; sie entziehe dem Zucker einfach den nötigen Sauerstoff.

Wir wissen heute, daß Pasteur irrte, daß allerdings die Hefe luftbedürftig, aber die Gärung selbst darin nicht begründet ist. Henneberg gelang es, nachzuweisen, daß Hefe unter Wasser gelüftet konserviert wird, vermutlich, weil ihr so die Atmung ermöglicht ist und die proteolytischen Enzyme verhindert werden, im Innern der Hefe die zur Autolyse führenden Vorgänge einzuleiten. Wie bei allen anderen Organismen wirken auch auf die Hefe ihre Stoffwechselprodukte ein insofern, als z. B. die Kohlensäure für sie als niedere Pflanze Gift ist. Wenn also dieses Gas immer so weit entfernt wird, daß, wenn auch in geringem Maße, Luft wieder dafür der Hefe sich darbieten kann, so genügt das, um die Tätigkeit der Hefe zu unterhalten. Wenn nun bei den gärenden Maischen ohne Lüftung die Kohlensäurebläschen nach oben steigen, nehmen sie die Hefenzellen mit und bringen diese so in dauerndem Kreislauf langsam wieder auf kurze Zeit an die Luft. Auf diese Weise vollzieht sich die Vergärung der Brennereimaischen und Hefenmaischen des alten Verfahrens, und zwar in bester Weise, ein Beweis, daß die Sauerstoffzufuhr genügend ist. Nun sind ja bei dem Verlauf der Gärung zwei Wege zu berücksichtigen, in denen sie sich mehr oder minder einseitig oder gleichmäßig bewegen kann. In der einen Richtung arbeitet die Gärkraft der Hefe, die Fähigkeit intensivster Zuckerzersetzung, in der anderen die Vermehrungskraft der Hefe, die Fähigkeit sich fortzupflanzen. Es gibt Hefen, die fast ohne Fortpflanzung gären, solche, bei denen beide Arbeitsrichtungen etwa gleichmäßig innegehalten werden, und solche, die fast einseitig nur in Vermehrung sich betätigen. In jeder dieser Richtungen kann die Luftzufuhr anders wirken, weshalb über die Frage der Gärkrafterhöhung der Hefe durch die Lüftung bis jetzt keine Einigkeit zu erzielen ist.

Während Lange, wie auch die Praxis feststellen konnte, behauptet, daß bei starker Lüftung die Gärkraft inmitten der Gärung größer sei als am Ende derselben, wurde von anderer Seite behauptet, daß hier nur die Bewegung wirken könne, und zwar ungünstig!

Eine Behauptung, die nicht recht verständlich ist. Fest steht, daß die Kulturhefen alle Freunde des Sauerstoffs sind, der ihnen eben entweder durch Lüftung oder durch mechanische Bewegung der Maische zugeführt werden kann, daß aber allerdings die Luftzufuhr, wenn sie bedeutend ist, mehr die Vermehrungsfähigkeit als die Gärkraft reizt und steigert. Die Praxis z. B. der Brennerei beweist mit ihren sehr günstigen Spiritusausbeutezahlen, daß die geringe Luftzufuhr, verursacht durch die Kohlensäureentwickelung, die dauernd die Maische mit der Hefe von unten nach oben hebt, genügt, um die Zuckerspaltung, die Gärung, zu unterhalten und zu Ende zu führen.

Inwieweit völliger Luftabschluß eine Wirkung ausübt, ist nicht sicher festgestellt; Verfasser glaubt, daß eine solche Gärung bis zu Ende nicht durchführbar ist, höchstens so weit, als geringe Mengen doch vorhandenen Sauerstoffs und der vom Leben der Zellen nicht ganz abhängige Enzymgehalt sie ermöglichen. Soweit also die theoretische Erörterung der Bedeutung der Luftzufuhr in Frage kommt, steht fest, daß diese auf Gärkraft und Sprossungsvermögen verschieden und zwar hauptsächlich die Vermehrung fördernd wirkt. Die

Gesamtleistung einer Gärung, die sich eben aus den beiden Komponenten Gärkraft und Vermehrung zusammensetzt, wächst deshalb auch mit der Lüftung, weil diese die Arbeitskräfte erhöht, deren Einzelarbeit aber entlastet, die Hefenzellen vermehrt, aber ihre Gärkraft vermindert. Innerhalb der erhöhten Gesamtleistung verschieben sich also durch die Lüftung die Energien ihrer Komponenten bis zum Vorherrschen der Vermehrungstätigkeit.

Was die Konzentration dabei für eine Rolle spielt, ist nicht so einfach zu beantworten. Ohne Lüftung braucht die Hefe eine bestimmte Konzentration, um durch die dabei gleich anfangs einsetzende raschere Gärung und Wärmeentfaltung zu entsprechender Vermehrung angeregt zu werden. Die Konzentration kann nach den neuesten Erfahrungen der Praxis sehr herabgemindert werden, wenn gleichzeitig ihr Reiz durch den der Lüftung ersetzt wird. Man könnte sogar annehmen, daß die Verdünnung der Nährlösung der Assimilation ihrer Bestandteile entgegenkommt und deren Durchgang durch die Zellwand sehr erleichtert. Nach des Verfassers Ansicht ist die Gärkraft die reine Äußerung der enzymatischen Kräfte, während die Vermehrung Folgeerscheinung der Atmung der Zelle ist. Bei Gärung ohne Lüftung kann die Zelle ihr Atmungsbedürfnis nur gerade hinreichend befriedigen, indem die Kohlensäurebläschen nach oben steigend fortwährend neue Teile der Maische mit nach oben nehmen und so die Hefenzellen an die Luft bringen. Sobald Luft künstlich zugeführt wird, verschiebt sich das Verhältnis zwischen Atmung und Enzymwirkung, welch letztere im Innern der Zelle tätig, vom Sauerstoff unabhängig ist. Die Luftzufuhr reizt also nur die Atmung, deren direkte Folge Vermehrung ist, und zwar mit steigender Lüftung bis zur fast einseitigen Betätigung der Hefe in dieser Beziehung. Die Alkohol- und Kohlensäurebildung in zuckerhaltigen Früchten bei Luftabschluß ist nur enzymatische Arbeit der Zymase und ihrer Helfer, die um so stärker ist, je geringer die Atmung der Zelle ist, die demnach so weit zurückgehen darf, daß gerade noch dabei ein Leben der Zelle ermöglicht ist. Denn dieses bedeutet Bildung und Unterhaltung der Enzyme, die deshalb auch nach dem Absterben der Zelle in Tätigkeit bleiben und die Zerstörung der Zelle vornehmen, nachdem das Gegengewicht, die Atmung, weggefallen ist.

Von Wichtigkeit für die Hefe sind auch die in den Nährlösungen der Praxis, den Maischen, vorkommenden Stoffe, die nicht direkt verarbeitet werden, sondern teils giftig, teils förderlich auf die Gärung wirken. Auch die Gegenwart von Mikroorganismen auf den Rohmaterialien, die in den Maischen Verbindungen oder Stoffe bilden können, die der Hefe nicht gleichgültig sind, hat weiter dazu geführt, bekannte chemische Gegengifte gegen diese Hefenfeinde zu suchen. Dabei war ein besonderes Studium die Frage, ob die Hefe den Gegner ihrer Feinde in der nötigen Gabe selbst ertrage.

Von den in den Maischen sich vorfindenden, gegen Hefe wirksamen Körpern, die von Mikroorganismen der Rohstoffe stammen, kommen hauptsächlich Milchsäure, Buttersäure, Essigsäure in Frage. Letztere sollte aber — wir werden davon in einem besonderen Kapitel sprechen — für geordnete Betriebe ausscheiden; dagegen ist Milchsäure überall zu finden, wo sie direkt nicht gewollt ist, sondern erst künstlich gebildet werden soll. Außer diesen Säuren gibt es aber eine Masse von Salzen, die im Rohstoff vorkommen und sich der Maische mitteilen, deren Wirkung auf die Hefe deshalb auch wissenswert erschien. Das Studium dieser Beziehungen ist deshalb kompliziert, weil hier

sicher auch zweierlei Beobachtungen zu berücksichtigen wären: die Wirkung der Reizstoffe (wie diese Stoffe genannt werden, die nicht direkt als Nährstoffe anzusehen sind) auf die Gärkraft (Enzymwirkung) und die Vermehrungskraft (Atmung).

Im Berliner Institut sind darüber viele eingehende Versuche gemacht worden, bei denen sich die überraschende Beobachtung ergab, daß als ganz unschädliche Mittel angesehene Körper sich als Hefengifte erwiesen. Z. B. fand Henneberg, daß aus dem Schrot von Weizen, Roggen, Gerste sich ein Körper ausziehen läßt, der gegen Bierhefe direkt tötend wirkt, Brennereihefe nur stark reizt, eine Wirkung, die bei den gemälzten Rohstoffen mehr oder weniger verschwindet. Die Bierhefe ermangelt wahrscheinlich der proteolytischen Kräfte, die dem Ansturm der im Rohgetreide enthaltenen Eiweißsubstanzen gewachsen sind. Es läge also hier eine Wirkung von Reizstoffen auf den Enzymgehalt der Hefe vor. Henneberg konnte auch aus getrockneter Bierhefe mit verdünnter Salzsäure ein Hefengift ausziehen, das direkt wenig kräftig, gegen destilliertes Wasser dialysiert, sehr heftig wirkt, gegen Bierhefe wieder mehr als gegen Brennereihefe, deren Auszüge ebenso wie die der Bäckereihefen nur schwach wirksam waren; jedenfalls wieder ein Angriff auf die Enzyme der Hefen. Hayduck konnte aus Hefen-, Weizenmehl- und Peptonauszügen durch Aussalzen sehr giftige Albumosen fällen und durch Dialyse reinigen. Der Weizenauszug gibt bei der Neutralisation mit Natronlauge einen für die Hefe sehr giftigen Niederschlag, ehe die Albumosen ausgefällt sind. Geringe Kalkmengen, wie sie in jedem Betriebswasser vorhanden sind, heben die Wirkung der besprochenen Gifte auf. Alle diese Vorgänge, bei denen Auszüge aus sonst unschuldigen Stoffen die Hefe, besonders Bierhefe, schwer schädigen, sind sicher enzymatischer Natur. Diese Auszüge enthalten Pflanzenenzyme, die, ins Innere der Hefe eindringend, deren Plasmabestandteile in für die Hefe schädliche Formen umlagern. Daß diese Gifte das Plasma mit seinem hohen Eiweißgehalt stark schädigen, erhellt aus der Tatsache, daß die proteolytisch geübten Preßhefen gegen diese Gifte fast immun sind. Da Zymase gegen Peptase und Bierhefe gegen diese Gifte sehr empfindlich ist, so müssen diese peptischer Natur und deshalb ohnmächtig gegen Preßhefe sein. Der Schutz der geringen Mengen Kalksalze wäre dann eine Bindung jener Plasmagifte an diese in Form von Verbindungen, die nicht mehr diffusibel sind. Bezüglich der Stoffe, die einen starken Reiz auf die Hefe ausüben, haben wir zu unterscheiden solche, die die Hefe direkt töten, solche, die nur die Gärung hemmen, und solche, die sie nahezu hindern. Zu den tödlich auf die Hefe wirkenden Stoffen zählen alle jene Körper, die das Eiweiß an sich reißen, sich mit ihm verbinden, wie die Salze der Metalle Kupfer, Blei, Silber und besonders Quecksilber; Salpetersäure, Schwefelsäure, Salzsäure lassen das Eiweiß der Hefe gerinnen, was deren Tod bedeutet. Eine Menge Körper, die als Antiseptica bekannt sind, wie Salicylsäure, Phenol, Benzoësäure, wirken in großen Gaben auch giftig, in kleineren nur hemmend; ähnlich wirken bei größerem Gehalt flüchtige Fettsäuren, wie Essigsäure, Buttersäure, Baldriansäure und Capronsäure. Wichtig ist die Tatsache, daß manche Reizstoffe nur die Zelle lähmen, ohne ihren Enzymgehalt dabei zu treffen, der meist allerdings nicht lange die Stillegung seiner Erzeugerin ungeschwächt überdauert. Ein weiterer Beweis dafür, daß die Gärwirkung der Hefe eine Sammelwirkung der beiden oben erwähnten Kräfte, Atmung und Plasmaenzyme, ist. Interessant

ist die Gewöhnungsmöglichkeit der Hefe an Reizstoffe in Gaben, die direkt tödlich wirken müßten, wovon man speziell in der Brennerei zur Reinhaltung der Gärung Gebrauch macht. Merkwürdig ist die größere Beständigkeit der Sproßpilze gegen Reizstoffe gegenüber der der Spaltpilze. Erwähnenswert ist die stark hemmende bis tötende Wirkung der Alkalien auf die Gärung. Daß natürlich auch die direkten Gärungserzeugnisse, wie Alkohol und Kohlensäure, als Reizstoffe und Giftstoffe in Betracht kommen, ist klar, wie jedes lebende Wesen seine Ausscheidungs- und Stoffwechselprodukte als Gifte empfindet. Die Mengen, in denen die bekanntesten geprüften Reizstoffe günstig, schwächend bis hemmend wirken, sind in den Angaben der einzelnen Forscher sehr verschieden, treffen auch nur für die Versuchsbedingungen zu, meist nicht für die Praxis und sind auch von viel zu viel Mitbestimmungsfaktoren abhängig, als daß sie auf das gesamte Gebiet der Hefen direkt Anwendung finden könnten.

Die Kohlensäure würde in größeren Mengen natürlich direkt giftig wirken, was aber nicht der Fall sein kann, da sie als Gas entweicht und dabei noch indirekt gärungsfördernd wirkt, weil sie Bewegung und damit Lüftung der Maische mit ihren Hefenzellen verursacht.

Henneberg gibt nun über die Wirkung verschiedener Körper auf die Gärung folgende Maximalzahlen in Prozenten an, bei denen keine Gärung in Würze mit verschiedenen Preßhefen und alten Reinzuchthefen eintritt.

Flußsäure	0,017 Proz.	Oxalsäure	0,460 Proz.
Formaldehyd	0,100 „	Buttersäure	0,500 „
Ätznatron	0,120 „	Essigsäure	0,750 „
Salzsäure	0,140 „	Milchsäure, über	0,900 „
Ameisensäure	0,150 „	Weinsäure „	2,000 „
Phosphorsäure, über	0,300 „	Zitronensäure „	3,000 „
Salpetersäure	0,310 „	Alkohol	12,000 Vol.-Proz.
Schwefelsäure	0,390 „		

Abgetötet wurden die Hefen in Wasser, dem die folgenden Gifte zugesetzt waren, in der angegebenen Zeit.

Flußsäure	0,023	Proz.	nach	—	Stunden	26	Minuten	tot,	alte Hefe
„	0,040	„	„	2	„	4	„	„	frische Hefe
Formaldehyd	0,150	„	„	—	„	37	„	„	
Ätznatron	0,250	„	„	—	„	26	„	„	
Ameisensäure	0,340	„	„	—	„	46	„	„	
Oxalsäure	0,050	„	„	24	„	—	„	„	
„	2,200	„	„	24	„	30	„	noch	lebend
Salzsäure	0,720	„	„	2	„	—	„	tot	
Salpetersäure	0,800	„	„	24	„	—	„	„	
Schwefelsäure	1,300	„	„	2	„	4	„	noch	lebend
Phosphorsäure	2,000	„	„	1	„	28	„	„	„
Essigsäure	3,000	„	„	1	„	—	„	tot	
Buttersäure	3,000	„	„	—	„	52	„	„	
„	4,000	„	„	—	„	17	„	„	
Milchsäure	3,000	„	„	1	„	27	„	noch	lebend
Weinsäure	5,000	„	„	24	„	—	„	„	„
Zitronensäure	5,000	„	„	24	„	—	„	„	„
Schweflige Säure	0,135	„	„	—	„	15	„	tot	
„ „	0,027	„	„	1	„	—	„	„	
„ „	0,0108	„	„	24	„	—	„	„	
Alkohol	25,000	Vol.-Proz.	nach	29	Stunden	tot.			

Wenn auch diese Zahlen keine solchen sein können, die absolut richtig sind, sondern nur relativ — hat doch Rosenblatt erst wieder festgestellt, daß wachsender Zuckergehalt sonst gefährliche Dosen an Säure etwas kompensiert —, so geben sie doch Anhaltspunkte für den Fall, daß einer der Stoffe für die Maische verwendet werden soll, um in ihr während der Gärung der Hefe Schutz gegen ihre Feinde oder Konkurrenten zu verleihen. Es ist dann notwendig, daß der nötige Zusatz wohl die Hefenfeinde schwächt oder tötet, die Hefe selbst aber nicht belästigt. Von Wert ist auch das Verhalten der Hefe gegen Alkohol, ihr Stoffwechselprodukt. Dieser hemmt bei einer erzeugten Menge von etwa 5 Proz. in der gärenden Maische die Vermehrung (Atmung), läßt aber die Gärkraft (Enzymwirkung) unberührt, so daß wohl eine Brennereihefe in besonders angepaßter Form bis 18 und 20 Vol.-Proz. Alkohol in Maischen erzeugen kann, aber, in eine Maische gebracht, die bereits etwa 8 bis 10 Vol.-Proz. Alkohol enthält, sich nicht mehr vermehrt. Die oben angegebene Grenze von 5 Vol.-Proz. Alkohol für die Möglichkeit der Hefenvermehrung ist auch nur relativ richtig, wovon wir unter Hefensatzbereitung noch sprechen werden. Jedenfalls liegt diese Grenze auch für alle Hefen, die hohe Alkoholmengen erzeugen können, höher als bei 5 Vol.-Proz. Diese Grenze steht wahrscheinlich für jede Hefe in einem besonderen Verhältnis zur Gesamtleistung, da, wenn der gebildete Alkohol die Vermehrung hindert, die weitere Arbeit fast rein enzymatisch sein müßte, also ohne Atmung der Zellen sich vollzöge, was aber nicht ganz stimmt, da die Kohlensäure, solange solche entwickelt wird, auch immer Bewegung der Maische und kurze Berührung der Hefe mit Luft verursacht. Diese aber müßte hinreichen, um die Zelle für kurze Zeit, bis zur nächsten Belüftung, atmen zu lassen; anderenfalls muß sie ihre Lebenstätigkeit einstellen und sich ihren Enzymen überlassen, die den Tod der Zelle noch einige Zeit überdauern.

Würde die Grenze der Vermehrungshemmung durchschnittlich so niedrig liegen, dann wäre die ganze Restarbeit — z. B. bei hochkonzentrierten Dickmaischen — nur eine Wirkung der Enzyme der nicht mehr wachsenden, atmenden oder toten Zellen, was schwer denkbar ist. So wahrscheinlich es also ist, daß die Gärkraft die Kraftäußerung der Enzyme im Zellinnern ist, so wahrscheinlich dürfte auch sein, daß, wenn die Kraftäußerung der Atmung, die Vermehrung, gehemmt ist, eine Weitervergärung nur denkbar ist, solange als, wenn auch sehr dürftig, die Atmung bei ruhender Fortpflanzung wenigstens eines Teiles der Zellen möglich ist, die gerade noch imstande ist, die Enzyme in normaler Tätigkeit zu erhalten. Denn diese dauert nach dem Tode der Zellen nur noch sehr kurze Zeit, nach welcher der Hefeninhalt ihnen zum Unterhalt dient. Die Hauptgärung dürfte also in Brennereimaischen — für die Hefenfabrikation kommen Alkoholgehalte über 5 Vol.-Proz. nicht in Betracht — als Gesamtwirkung der beiden Hefenenergien sich vollziehen, die Nachgärung als enzymatische Arbeit der gerade noch hinreichend mit Luft zeitweise in Berührung gekommenen, schwach atmenden und der bereits toten Zellen.

Die beiden Hefenerzeugungsmethoden arbeiten mit Maischen und Würzen, deren Zuckergehalt eine Alkoholerzeugung von 5 Vol.-Proz. oder mehr nicht ermöglicht. Die Hefenerzeugung bedeutet Begünstigung der Atmung — Vermehrung — bei etwas zurückgehaltener Enzymwirkung — Gärkraft. In Frage kommt nun für die Hefenfabrikation das Verhalten der Hefe gegen Maltose, in welcher Form nach der Aufschließung der Rohstoffe deren Stärke

der Hefe dargeboten wird. Nur in den Melassehefenfabriken kommen andere Zuckerarten in Betracht, die allerdings durch die nötige Vorbereitung, wie unter „Melasse“ beschrieben, in Dextrose übergeführt werden.

Nach den neuesten Forschungen Fischers ist Maltose nicht direkt gärungsfähig, sie wird zuerst durch die Maltase in Dextrose übergeführt, wie überhaupt heute angenommen werden darf, daß nur die Hexosen direkt gärungsfähig sind, also Glukose (Dextrose) und Fruktose (Lävulose), in welche daher alle anderen Zucker umgewandelt werden müssen, ehe ihre Vergärung beginnen kann. Diese aber ist nicht immer identisch mit der Fähigkeit, ohne die Bildung von Alkohol der betreffenden Hefe einfach als Nährstoff zu dienen. Buchner hat nun zuerst geglaubt annehmen zu sollen, daß alle die Zuckerarten durch die Zymase sich erst in Milchsäure spalten, die dann durch ein besonderes Enzym Alkohol und Kohlensäure liefern würde; er hat [Berl. Ber. 43, 2060 (1910)] diese Annahme aber wieder endgültig aufgegeben.

Wenn nun bei der Brennereigärung zur einseitigen Gewinnung von Alkohol sich die Verarbeitung von bis 25 Proz. Zucker enthaltenden Maischen als durchführbar und zweckmäßig erwiesen hat, um bei einer Operation möglichst viel Alkohol zu gewinnen, so verarbeitet die Hefenfabrikation Maischen in einer Konzentration von 10 bis 14 Proz., die als das Optimum gilt. Für die Brennerei- und Preßhefen beginnt die Gärungsarbeit wohl spurenweise bei etwas über 0°, kommt bei etwa 16 bis 18° C besser in Gang und verläuft am besten etwa bei 26 bis 28° C. Auf diese Verhältnisse ist Rücksicht zu nehmen, da die Gärung selbst viel Wärme erzeugt, also die Maische erwärmt. Die hierbei theoretisch frei werdenden Kalorien werden ganz verschieden errechnet und stimmen mit der Praxis sehr wenig überein, selbst unter Berücksichtigung der im Betriebe unvermeidlichen Wärmeverluste. So errechnet Foth für das zur Zersetzung gelangende Molekül Traubenzucker eine frei werdende Wärmemenge von 29, Favre und Silbermann von 71 Kalorien. Diese theoretischen Zahlen haben praktisch keinen großen Wert, denn diese Menge frei werdender Wärme ist ganz von den lokalen Verhältnissen abhängig und muß dementsprechend als mögliche Selbsterwärmung der Gärung eben bei der Anstelltemperatur in Rechnung gezogen werden.

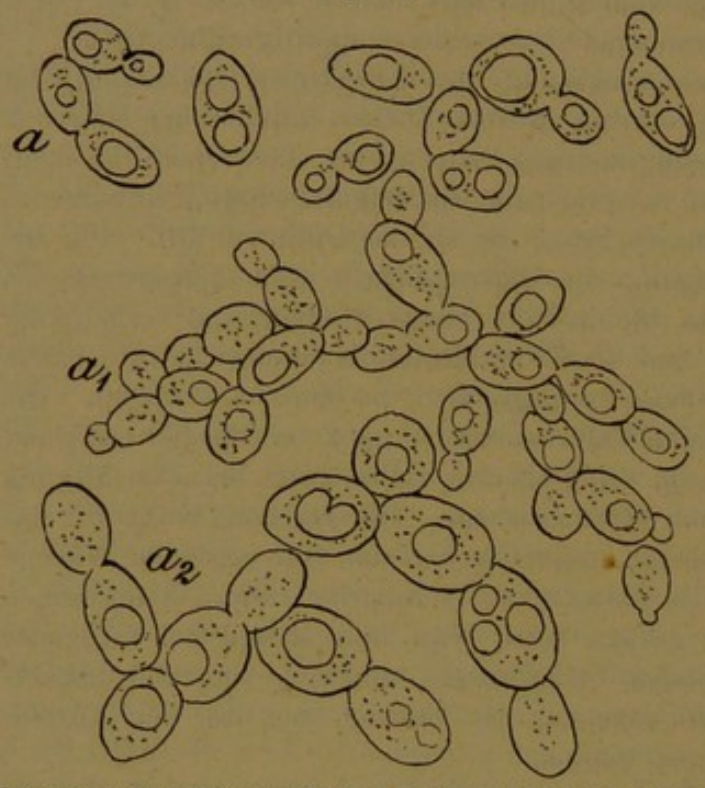
δ) Die Kulturhefen. Diese haben sich jedenfalls allmählich aus den wild in der Natur vorkommenden Hefen gebildet, indem sie sich immer mehr ihrem Zweck anpaßten. Hat man früher jede Gärung durch von außen eindringende Hefenkeime entstehen lassen, so hat man, je mehr die Herstellung der entsprechenden Erzeugnisse dauernd, also fabrikmäßig betrieben wurde, gelernt, die einmal von selbst eingeleitete Gärung von einer Maische auf die andere zu übertragen. So wurde der Hefe eine verhältnismäßig gleichmäßige Arbeit zuteil, der sie sich so anpaßte, daß heute ein gewaltiger Unterschied zwischen diesen Hefen und den wilden, in der Natur vorkommenden Hefen besteht.

Die Kulturhefe selbst kann ihre Entwickelung auch nicht verleugnen, ist sie doch selbst noch außerordentlich anpassungsfähig und behält, einmal an eine bestimmte neue Arbeit gewöhnt, die dabei erworbenen Merkmale und Eigenschaften dauernd fest.

Die Kulturhefen trennen wir heute in zwei große Gruppen: in untergärige Hefen und obergärige Hefen, zwischen denen viele Übergangsformen vermutet werden. Zahlreiche Versuche, mit peinlichster Sorgfalt ausgeführt

von Jörgensen, Hansen und Lindner, haben aber dargetan, daß Ober- und Unterhefen zwei völlig getrennte Gruppen der Kulturhefen darstellen. Natürlich werden beide Gruppen die gleichen Ahnen haben; heute aber stellen sie zwei Hefenrassen dar, die eine völlige Differenzierung verlangen und zulassen. Die Unterhefen finden wir in der Brauerei; die Brennerei- und Preßhefen gehören zu den Oberhefen. Ihre Bezeichnung verdanken diese beiden Gruppen der Art ihres Verhaltens während der Gärung. Die Unterhefen sammeln sich dabei am Boden der Gärung an und bilden einen dichten dicken Brei; die Oberhefen hingegen bleiben während der Gärung in der Maische verteilt, erzeugen dabei teilweise über der Maische einen Schaum wie im alten Verfahren, setzen sich dann allerdings langsam auch zu Boden, aber zu einem leicht beweglichen, nicht zu dicken, lockeren Brei. Ein weiterer Unterschied liegt in der Art der Sprossung. Die Unter-(Bier-)hefen bilden eigentlich lockere Sproßverbände (s. Fig. 100), die einzelnen Zellen liegen lose aneinander. Und doch setzt sich die Bierhefe rasch zu Boden, weil ihre Zellwände eine klebrige Beschaffenheit haben und so die Zellen zusammenhalten. Diese Eigenschaft kommt der Bierhefe sehr zustatten, weil sie eine rasche Klärung des gärenden Bieres ermöglicht. Die flockige Eigenschaft der Bierhefe wird weggenommen durch die Maltose frischer Würze; verschwindet diese bei der Gärung, so kommt die Klebrigkeit der Zellwände wieder zum Vorschein, sie haften aneinander, bilden größere Flocken (Bruch des Bieres), die sich rasch zu Boden setzen und Unreinigkeiten mitreißen. Die Zellen der sprossenden Unterhefe wachsen fast alle gleich groß aus, so daß das Bild unter dem Mikroskop ein gleichmäßiges ist. Das Plasma ist körnig, grießig, die Zellen sind fast rund, so daß sich die Bierhefe unter dem Mikroskop leicht von Brennereihefe und sehr leicht von wilden Hefen unterscheiden läßt. Die Oberhefen bilden bei der Sprossung Verbände, die lange zusammenhalten. Die Zellen haben etwas mehr ovale Form und sind meist kleiner als bei der Bierhefe; der Zellinhalt ist weniger grießig und körnig (Fig. 101).

Fig. 100.

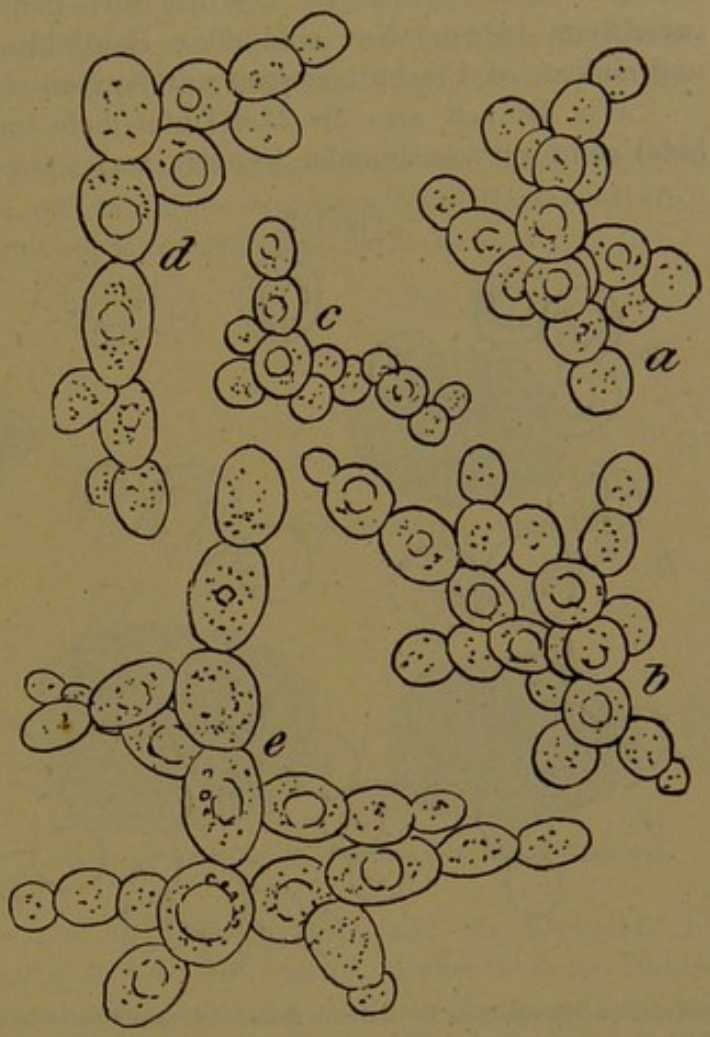


Untergärige Bierhefe Saaz: Reihe *a* einfaches Präparat aus der Würzegärung, a_1 und a_2 Verbände aus der Tröpfchenkultur nach 24 Stunden bei 20° C, a_1 normaler, a_2 Riesenzellverband. Die Verbände sind teilweise annähernd symmetrisch, fallen aber leicht auseinander. Typisch sind die großen Vacuolen. (1000fach.)

Man sieht an den Bildern leicht den Unterschied der Sprossung: der lockere Sproßverband der untergärigen Bierhefe und der sparrige Sproßverband der obergärigen Preßhefe sind deutlich zu erkennen. Die Eigenschaft

der Unterhefe (Bierhefe), sich rasch zu setzen und in Flocken sich zusammenzuballen, kann benutzt werden, um beide nebeneinander qualitativ oder jede für sich zu erkennen. Verreibt man Bierhefe mit Wasser, so wird man keine feine Suspendierung der Hefe erhalten können; sobald man aufhört zu rühren, ballt sich die Hefe zusammen. Anders die Oberhefe; sie verteilt sich leicht in Wasser zu einer milchigen Flüssigkeit, aus der sie sich langsam erst wieder setzt. Stellt man beide Hefen im Reagenzglase mit Zuckerlösung an, so bildet die Oberhefe, sich nach oben werfend, Schaum, die Unterhefe verrichtet ihre Arbeit ohne diese Erscheinung. Weiter werden wir über die Sache bei der Untersuchung von Preßhefe reden müssen.

Fig. 101.



Preßhefenrasse; bildet in Tröpfchenkulturen typisch sparrige, vielzellige Verbände. Die Form und vor allem die Größe der Zellen variiert beträchtlich; *a*, *b* und *c* normale, *d* und *e* Riesenzellverbände. Tröpfchenkultur nach 24 Stunden bei 20° C. (1000fach.)

Erwähnt sei noch hier, daß es auch obergärige Bierhefen gibt, über deren Stellung die Meinungen noch nicht schlüssig sind. Die Gärungen mit diesen verlaufen rasch unter Deckenbildung.

Sie wachsen in sparrigen Sproßverbänden, die aber nicht so fein zerteilt bleiben, wie bei der obergärigen Preßhefe, und etwas klebrig wie ihre Zellwände sind, so daß mit Ausnahme ihres Auftriebes bei der Gärung diese obergärige Bierhefe doch mehr als Unterhefe zu gelten hat (Fig. 102 a. f. S.).

Eine etwas anders liegende Trennung aller Kulturhefen kann man auch vornehmen, wenn man ihre Fähigkeit betrachtet, Zuckerlösungen mehr oder weniger weit zu vergären.

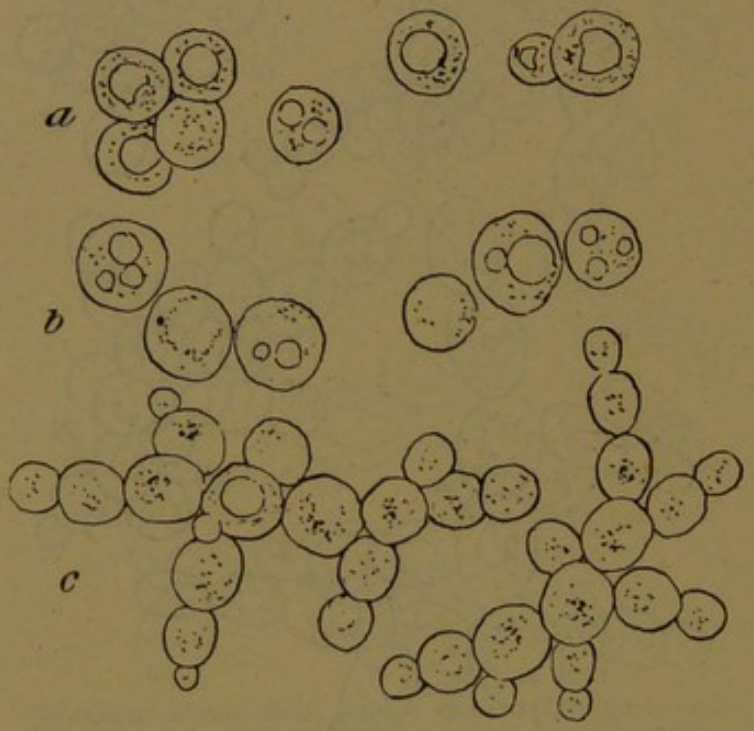
Da man diese beiden Extreme zuerst bei zwei Bierhefen feststellte, die in der Berliner Sammlung die Bezeichnung Frohberg und Saaz führten, hat man sich daran gewöhnt, von einer weit vergärenden Hefe als vom Frohbergtypus und von einer schwach vergärenden als vom Saaztypus zu sprechen. Brennereihefen und Preßhefen sind also Hefen vom Frohbergtypus, da von ihnen eine reichlichere Alkoholbildung als von den Bierhefen verlangt wird.

Ein Unterschied zwischen Ober- und Unterhefe wäre nun noch zu erwähnen in der Schnelligkeit, mit der sie auf der Flüssigkeitsoberfläche eine

Haut bilden. Bei Preßhefe dauert es etwa zwei bis drei Tage, während bei Bierhefe das natürlich viel langsamer eintritt, da sie sich ja leicht zusammenballt und setzt. Meist bildet sich auf Bier solch eine Haut nur, wenn Bierhefe durch eine kleine Ausscheidung der Kräusen zurückgehalten wird, sonst bei den niederen Gärtemperaturen der Praxis fast gar nicht. Aber auch beim Laboratoriumsversuch tritt bei wärmerer Temperatur die Hautbildung an der Oberfläche der Gärung viel geringer und langsamer als bei Preßhefe ein. Die Zellen dieser Hautbildungen ähneln in ihrer langgestreckten Form sehr den Kahmhefen, mit denen sie überdies auch den festen, dichten Sproßverband gemeinsam haben. Nur sind diese Hautbildungen der Kulturhefen dünner und sinken bei Erschütterungen nur langsam zu Boden.

Wir können also die Bier(Unter-)hefe und Brennerei(Ober-)hefe (Preßhefe) ganz gut voneinander trennen, was besonders für die Untersuchung von Preßhefe auf Bierhefe wertvoll ist.

Fig. 102.



Obergärige Brauereihefe B. Reihe *a* Zellen aus dem Hefenschaum; Reihe *b* Zellen aus dem Bodensatz einer 24stündigen Gärung, einfache Präparate; Reihe *c* Sproßverbände aus der Tröpfchenkultur nach 24 Stunden bei 17°; typisch sparriges Wachstum. (1000fach.)

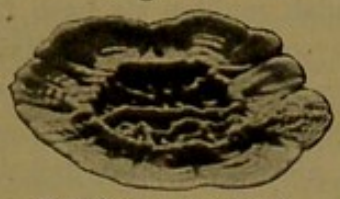
Zu Hilfe kommt uns dabei die Eigenschaft des Verhaltens der Bierhefe gegen Raffinose (Melitriose). Diese Zuckerart läßt sich durch Inversion zuerst in Fruktose und Melibiose spalten, und die Melibiose weiter in Dextrose und Galaktose. Bierhefen haben nun die Fähigkeit wie die Preßhefen, die Raffinose (Melitriose) ebenfalls in Fruktose (Lävulose) und Melibiose zu spalten. Die Bierhefen vermögen nun aber die Melibiose noch weiter zu zerlegen. Bierhefen vergären also Melitriose ganz oder fast ganz, während die Ober-(Preß-)hefen nur den Fruktoseanteil verarbeiten können. In seltenen Fällen allerdings können Bierhefenarten beobachtet werden, die Raffinose nur so weit wie Preßhefe vergären; bei alter Preßhefe ist es umgekehrt der Fall, sie spaltet so weit wie Unterhefe. Man sieht darin recht deutlich den enzymatischen Unterschied beider Hefen und die rein zymatische Arbeit der Zuckerspaltung. Schließen muß man aber weiter daraus, daß mit dem Zymasegehalt der Gehalt an Invertase steigen muß, weshalb die Bierhefe eben die Melitriose weiter zu vergären vermag. Man könnte darin auch einen Beweis dafür erblicken, daß alle Zucker, also auch Maltose, der Arbeit der Invertase mit Maltase unterliegen, ehe die Zymase sie spalten kann. Doch sind das Ausnahmefälle. Die Melitriosevergärung gibt, unterstützt durch die mikroskopische Beobachtung der Sprossung, sichere Resultate, wenn die Untersuchung eines Gemisches von

Ober- und Unterhefe vorliegt oder vorliegen soll. Wir werden davon bei der Hefenuntersuchung sprechen. Heinzelmann hat auch erst neuerdings wieder ausgesprochen, daß Melassemaischen nur mit Bierhefe weitgehend vergoren werden können.

Wie sehr z. B. Kulturen auf Gelatine, bis zur Kolonienbildung gediehen, eine Unterscheidung der einzelnen Hefen erkennen lassen, zeigen folgende Bilder von Riesenkolonien (Fig. 103 bis 107), die Lindner auf Würzegelatine erhalten hat. Will hat ausgesprochen, daß diese Riesenkolonien eine besondere Art der Kahmhautbildung auf festem Nährsubstrat sind. Da die Hautbildung ein Merkmal der verschiedenen Hefen ist, werden auch die Riesenkolonien das Gepräge ihrer Hefe stets gleich aufweisen, wenn gleiche Versuchsbedingungen eingehalten werden.

Wir sehen zwei Riesenkolonien von Unterhefe Saaz und Frohberg und drei Oberhefen (zwei Betriebspreßhefen und eine gezüchtete Rassepreßhefe); jede derselben ist tatsächlich von charakteristischem Aufbau.

Fig. 103.



Hefe Saaz (untergärig).

Fig. 104.

Hefe Frohberg (untergärig).

Fig. 105.

Preßhefe (Winterhude).

Fig. 106.

Preßhefe (Wünschelburg).

Fig. 107.

Rasse I, Preßhefe (Rostock).

Lintner hat die Ober- und Unterhefen auch auf ihr Verhalten in Gärungen geprüft, deren Temperatur über 30° betrug. Dabei blieb die Unterhefe sehr zurück, die kraft ihres Wachstums bei niederen Temperaturen bei höheren Graden einen ungewohnten Reiz empfängt, rasch angärt, um ebenso rasch zu erlahmen. Sie hat deshalb in der Bäckerei, wo gutes Gebäck beabsichtigt ist, auch nie die Getreidepreßhefe ersetzen können, deren bessere Wirkung außer in einer zweckmäßigen Lockerung des Teiges in der weitergehenden Aufschließung des Mehles beruht. Gebäck, mit Bierhefe erzeugt, ist rauher, trockener, und trocknet rascher aus als solches, das mit Getreidehefe verfertigt ist. Letztere enthält eben von ihrer Bildung her Enzyme, die der Bierhefe abgehen, von der ja eigentlich nur Zuckerzersetzung, aber z. B. kein Eiweißabbau verlangt wird. Daß außerdem der Preßsaft aus Bierhefe gärkräftiger ist als der aus Oberhefe, steht fest und hängt eben damit zusammen, daß die Bierhefe fast nur zymatisch arbeitet, also Gärkraft entwickeln muß, dagegen jedenfalls in der Atmung und deren peptatischen Vorgängen etwas zurückbleibt, da die Gärung ja nur unter dürftiger Luftzufuhr vor sich geht. Sie enthält also viel Enzyme und von diesen fast nur Zymase, um so mehr, als sie in den Brauereiwürzen fast nur Zucker und kein Eiweiß ver-

arbeiten muß, also auch nur Zymase braucht. Außerdem kann hier eine konservierende Wirkung der Hopfenbestandteile mitspielen, die bei der ruhenden Hefe die entlasteten Enzyme im Zaume halten.

Was nun die Oberhefen anlangt, so interessieren uns hier hauptsächlich die Preßhefen, Hefen, die aus Getreidemaischen stammen und teils ohne Lüftung, teils mit Lüftung gewachsen sind. Wie nun die wilde Hefe allmählich zur Kulturhefe wurde, indem sie, stets gleicher Arbeit unterworfen, dieser sich anpaßte, so ist auch heute noch Endzweck jeder Preßhefenfabrikation die Erzeugung einer Hefe unter günstigsten Bedingungen, die allmählich ihrer Aufgabe immer mehr gewachsen ist und für die örtlichen Verhältnisse passend die gewünschte Arbeit leistet. Wie sehr diese Anforderungen schwanken können, ergibt schon die Tatsache, daß im alten Verfahren 13 bis 17 Proz. Hefe auf 30 bis 32 Proz. Spiritus und im neuen Verfahren 30 bis 40 Proz. Hefe bei 10 bis 14 Proz. Spiritus gewonnen werden. Zu dieser Arbeit mußten diese Hefen erst herangezüchtet werden. Die ersten Preßhefenfabriken hatten als Ausgangsmaterial die obergärigen Bierhefen, die aber in der Brauerei ganz andere Arbeit verrichtet hatten. Teilweise auch mußten sie noch früher oft spontane Gärung eintreten lassen, die dann weiter von einer Maische zur anderen übertragen wurde. So wurde aus der eiweißungewohnten obergärigen Bierhefe die Getreidehefe, die allmählich lernte, die gebotenen Eiweißstoffe anzugreifen und abzubauen. Wir dürfen nun nicht vergessen, daß die Hefen, die damals zur Verwendung gelangten, nichts weniger als eine einheitliche Rasse waren. Durch diese Hefen wurde also bei der eingeleiteten Gärung ein Kampf entfacht zwischen den verschiedenen darin enthaltenen Arten, der sich ja gewiß anfänglich darin zeigte, daß die gewünschte Gesamtleistung ausblieb. Die einzelnen Hefen haben ganz verschiedene Ansprüche, die nun in der Fabrikation einem Schema gegenüberstehen, demgegenüber es nur eins gibt, sich anzupassen oder, wenn dies nicht möglich, zugrunde zu gehen. Auf diese Weise wurden dann in den Preßhefenbetrieben die Rassen gewonnen, die die Betriebsverhältnisse ertrugen oder sich daran gewöhnen konnten.

So sehr also die Kulturhefe bereits eine ausgesprochene Art darstellt, so sehr ist sie, wenn auch langsam, anpassungsfähig an veränderte Verhältnisse, die die Zeiten für die Betriebe mit sich bringen. Für die Kulturhefe im Betriebe handelt es sich aber auch darum, kampffähig gegen andere Mikroorganismen zu sein, die wohl ebenfalls einzellige Wesen, aber keine Hefen, sondern Spaltpilze sind, deren Stoffwechselprodukte der Hefe schaden würden. Hier kann die Anpassung allein nicht helfen; hier handelt es sich darum, den Feind kennen zu lernen und dann die Bedingungen der Fabrikation so zu wählen, daß er nicht oder nur erschwert fortkommen kann, die Hefe aber günstigere Verhältnisse vorfindet, sich rascher vermehrt und zur Übermacht gelangt. Der Stärkere behauptet dann das Feld hier wie überall im Kampf ums Dasein in der Natur. Was soll nun der Preßhefenfabrikant von seiner Hefe verlangen, die er sich zur Einsaat kauft oder zu seinen Zwecken heranziehen will? Bei der Hefenerzeugung ist vor allem die Vermehrung der Hefe ins Auge gefaßt, mehr als Begleiterscheinung die Gärwirkung derselben. Wir wissen, daß die Tätigkeit der Hefe sich nicht als Einzelleistung darstellt, sondern als Sammelwirkung. Die Hefe atmet, vermehrt sich und verbrennt dabei die Nährstoffe, soweit sie für ihren Aufbau, also für die neuen Zellen

nötig sind: das ist direkte Äußerung der Lebensfähigkeit der Hefe. Im Plasma der Hefe finden sich nun aber Enzyme, die wohl durch das Leben der Hefe gebildet, doch ein selbständiges Dasein führen; denn sie sind, wie die Zymase, von der Zelle getrennt, im Hefenpreßsaft oder auch in der toten Zelle noch wirksam. Diese Enzyme besorgen die Spaltung der Nährstoffe in Kohlensäure und Alkohol, wobei vermutlich das Glykogen noch eine Rolle spielt, das das Eiweiß auf Zucker spalten hilft. Die normale oder gewöhnliche Gärung verläuft nun etwa so, daß beide Prozesse einander das Gleichgewicht halten oder zum mindesten die Atmung gerade noch hinreicht, um das Leben der Zelle zu ermöglichen, daß also weiter die Vermehrung auf ein Minimum beschränkt wird und die Gärwirkung der Enzyme Hauptsache ist. Dies ist die Arbeit der Brennerei, der reinen Spirituserzeugung ohne Hefengewinnung. Da die Atmung, also auch die Vermehrung der Hefe sehr zurücktreten muß, hierfür also möglichst wenig Stoffe beansprucht werden, so werden davon um so mehr für die Alkoholbildung verfügbar. Beide Prozesse vollziehen sich nach des Verfassers Ansicht auch nicht gleich in bezug auf die resultierenden Spaltungsprodukte. Zum Aufbau neuer Zellen müssen die Bausteine in möglichster Einfachheit dargeboten werden; der Verbrennungsprozeß geht also weiter als die reine enzymatische Spaltung, er zerlegt die Nährstoffe vermutlich direkt so weit, daß ohne Alkoholbildung nur Kohlensäure entsteht. Verwendet werden hierzu der Zucker und das Eiweiß, bei welch letzterem zuerst, vielleicht mit Hilfe des Glykogens, eine stickstoffhaltige Gruppe abfallen muß, die den dann stickstofffreien Rest des Eiweißmoleküls, der wahrscheinlich schon Zucker ist, zur Verbrennung freigibt. Da die Hefe zu ihrem Aufbau sehr wenig Zucker verbraucht, sondern sich hierzu meist nur der Proteïnstoffe bedient, so dürfte es sehr wahrscheinlich sein, daß die Atmung als ein Oxydations-, Verbrennungsvorgang anzusehen ist, der sich hauptsächlich auf die Zerlegung der in den Maischen noch nicht bis zu den Amiden abgebauten Eiweißstoffe richtet, von diesen eine stickstofffreie Gruppe, Zucker, abspaltet, diesen ohne Alkoholbildung zu Kohlensäure verarbeitet und so die nötige Verbrennungswärme beschafft. Die abgespaltene stickstoffhaltige Gruppe wird den Enzymen zur Weiterverarbeitung für den Aufbau überlassen. Die Atmung wäre also der Verbrennungs- oder Zersetzungsprozeß, der das Eiweiß in Zucker und ein stickstoffhaltiges, leicht diffusibles Abbauprodukt zerlegt, das für die Bildung neuer Zellen benutzt wird. Die Gärwirkung der Hefe aber wäre nur die zymatische Zersetzung des von der Atmung nicht benötigten sonst gebotenen Zuckers.

Daraus ergibt sich von selbst die Folgerung, daß die Begünstigung der Atmung starke Vermehrung und schwächere Gärwirkung der Hefe hervorruft, die Beschränkung der Atmung auf das zum Leben notwendigste Minimum aber die Hefenvermehrung fast ausschaltet, welche Folgerung in der Praxis ihre Bestätigung findet. Der Übergang von der reinen Spiritusbrennerei zur Hefenerzeugung ohne besondere Lüftung, aber mit reichlicher Eiweißzufuhr, brachte schon den Rückgang der Spiritusgewinnung; als dann die Lüftung einsetzte und den Atmungsprozeß immer mehr einseitig förderte, trat mit steigender Luftzuführung eine ungeahnte Hefenvermehrung auf, Hand in Hand mit riesiger Eiweißverarbeitung; die Spirituserzeugung ist dabei auf ein Minimum zurückgedrängt. Aus dieser Betrachtung ergeben sich für die Hefen in der Preßhefenfabrikation wichtige Folgerungen.

Die Preßhefenerzeugung bedeutet die Umbildung der Gärhefe zur Wuchshefe. Weil dies durch Erhöhung des Verbrennungsprozesses erreicht wird, müssen die Preßhefen gegen Wärme weniger empfindlich sein. Da die Vermehrung der Hefe Verminderung der Gärwirkung, der Alkoholbildung, bedeutet, so sind die Preßhefen im Verhältnis der gesteigerten Vermehrung ihrer Herstellung empfindlicher gegen die Alkoholmengen in der Maische, da sie selbst weniger davon erzeugen. Da ihre Vermehrung auch mit den durch die Atmung zersetzten Eiweißmengen Hand in Hand geht, ist für um so reichlichere und bessere Eiweißnahrung zu sorgen, je mehr Hefe gewonnen werden soll. Der gesteigerte Vermehrungsprozeß bedeutet aber Verbrennung von großen Zuckermengen aus dem Eiweißzerfall direkt zu Kohlensäure, so daß durch die verminderte Alkoholbildung ein natürliches Schutzmittel gegen andere Mikroorganismen wegfällt. Die stark sich vermehrende Hefe bedarf daher eines besonderen Schutzes, weshalb in Hefenfabriken mit anderen Säureverhältnissen wie in der Brennerei gearbeitet werden muß. Hand in Hand aber geht mit der steigenden Vermehrung und Atmung eine Vergrößerung der Darbietung von Eiweiß an die Zelle, weshalb die peptatische Arbeit in ihr eine bedeutend größere wird. Es wächst also in der Preßhefe nicht bloß die peptatische Kraft, sondern auch die Möglichkeit der Eiweißanreicherung. Mit dieser hängt aber indirekt die Triebkraft der Hefe zusammen, die eine Sammelwirkung ihrer Enzyme ist. Ist also neben Zymase reichlich Peptase vorhanden, so wird die Preßhefe als Bäckereihefe ihre Zwecke um so besser erfüllen, als sie nicht bloß Kohlensäure aus hydrolysierter Stärke bildet, sondern auch den Eiweißgehalt des verwendeten Mehles abbaut. Darin liegt auch der Unterschied der geringeren Verwendbarkeit der zymasereichen, aber peptasearmen Bierhefe zu Bäckereizwecken gegenüber der an Zymase und Peptase etwa gleich günstig bedachten Getreidepreßhefe. Dazu kommt, daß der vermehrte Atmungsprozeß, dem die Preßhefe entstammt, unter Erwärmungsvorgängen und unter Wärmebedingungen, die der Bierhefe ungewohnt sind, sich vollzieht. Die Preßhefe kann also von Haus aus höhere Maximaltemperaturen ertragen und ist schon deshalb für die Bäckereizwecke mehr geeignet. Der Peptasereichtum der Preßhefe birgt nur eine unangenehme Möglichkeit in sich, daß er bei höherer Temperatur eine innere Gefahr für die Hefe und ihren Zellinhalt bilden kann. Deshalb haben Hefen, die einseitig mit Eiweiß gefüttert sind, etwas geringere Haltbarkeit bei Temperaturen, die im Sommer beim Versand zur Wirkung kommen können. Die Haltbarkeit der Hefe ist abhängig von den Bedingungen ihres Wachstums. Mußte sie ungünstige, schlecht verzuckerte Maischen verarbeiten, dann war ihr auch das gebotene Eiweiß nicht genügend abgebaut und das Malz schlecht gelöst oder der Verzuckerungsprozeß schlecht geleitet. Sie hatte keine Zeit zur völligen normalen Ausbildung der Zellwand und zur Anreicherung der Reservestoffe, die nötig sind, wenn die Hefe auch in warmer Jahreszeit tagelang oder überhaupt in ausgepreßtem Zustande leben soll. Eine Atmung könnte da für die Hefe nur an der Oberfläche der dichten Masse in Betracht kommen, sie würde ja Erwärmung bedeuten, die der Hefe gefährlich würde. Ist doch gerade das dichte Stopfen und Feststampfen der gepreßten Hefe unter Anfeuchtung mit Wasser das Mittel, ihre Erwärmung und Zerstörung zu verhindern. Die gepreßte Hefe muß sich also anderweitig betätigen können, um nicht der Zerstörung anheimzufallen. Der Verfasser glaubt nun, daß das

Glykogen mit den anderen Reservestoffen eine wenn auch geringe Bildung von Alkohol und Kohlensäure ermöglichen muß, die, solange sie dauert, innere Zersetzungsvorgänge, wie Autolyse hintanhält, und daß, wenn jene aufhört, Alkohol und Kohlensäure als Schutzmittel wirken. Je kälter die Hefe gelagert ist, desto langsamer kann sich dieser Vorgang abspielen, je wärmer, desto schneller, weshalb die Haltbarkeit der besten Hefe sich mit der Jahreszeit verändert. Eine unter einer dichtschließenden Glasglocke liegende Hefe hält sich sehr lange, weil sie schließlich in einer kohlensäuregeschwängerten Atmosphäre zur Ruhe kommt, in der auch die Enzyme während der Gärung normal zu arbeiten gewohnt sind. Sind nicht genügend Reservestoffe da, die geringe Alkohol- und Kohlensäuremengen zu bilden fähig sind, dann beginnt bald der unwillkommene Angriff der Enzyme auf den Lebensbestand des Zellinhalts, was ausschließlich Eiweißzersetzung bedeutet und damit Tötung der Zelle: Schrumpfung der Zellmembran, Flüssigkeitsaustritt durch sie nach außen. Je mehr man also der Hefe Vermehrung zumutet, desto mehr müssen ihr die nötigen Stoffe, wie Zucker und Eiweiß, nicht nur reichlich, sondern auch in günstigster Form geboten werden; desto größer muß der Schutz gegen Konkurrenten sein, unter denen sie aufwächst oder aufwachsen könnte; desto mehr muß für richtige Regelung der Temperatur der Gärung gesorgt werden, die einerseits die Hefe in ihrer Doppelnatur unterstützt, andererseits sie nicht zu übertriebener Arbeitsleistung reizt, bei der die Bildung von Reservestoffen zurückbleibt. Wie sehr das nötig ist, sehen wir an den frischen Hefenzellen, die fast keine Vacuolen enthalten, keine dünneren Safträume, die erst auftreten, wenn die Zellen älter werden, und mit ihrer Alterung zunehmen.

Bemerkenswert ist an den Kulturhefen der Preßhefenindustrie die verschiedene Aufnahmefähigkeit des gebotenen Eiweißes. In ungenügend gesäuerten Würzen und höheren Temperaturen wird das Eiweiß nur bis zu den Peptonen abgebaut. Die Hefen setzen sich rascher und bleiben nicht lange verteilt in der Gärflüssigkeit, sind auch von etwas rötlicher Farbe, pressen sich weniger gut und zeigen geringere Haltbarkeit. Ist genügend Säure vorhanden und die Temperatur nicht zu hoch, dann geht der Eiweißabbau durch die Atmung weiter in Zucker und Amide; die Hefen sind feinstens verteilt in der Würze, staubig, setzen sich kaum zu Boden, pressen sich sehr leicht und sind meist sehr haltbar. Durch Erniedrigung der Gärtemperatur der gleichen Gärung bei gleicher Säure läßt sich statt Peptonhefe Amidhefe gewinnen. Die Temperatursteigerung zur Unterstützung des Verbrennungsprozesses hat ihre Grenze. Für jeden Einzelfall — die Gärung ist immer von den lokalen Verhältnissen abhängig — ist die richtige Temperatur zu suchen, die bei gewünschter Säuerung Hefe von beliebter Staubigkeit ergibt.

Eine besondere Eigentümlichkeit des alten Verfahrens ist, daß seine Hefen meist staubig sind. Die Gärung verläuft langsam unter nicht zu großer Reizung des Sprossungs(Atmungs-)vermögens der Hefe. Eine Eigenschaft aber aller Kulturhefen ist es nun, daß sie, wenn sie stets nur den besten Lebensbedingungen ausgesetzt sind und dauernd gleiche Arbeit verrichten müssen, trotzdem auf einmal anfangen, in ihren Leistungen nachzulassen. Meist ganz unerwartet und ohne ersichtlichen Grund wird die Vergärung langsamer, geht nicht mehr so weit herunter, die Hefe ist gepreßt nicht mehr schön und haltbar; sie ist degeneriert, entartet. Die Ursachen kennt man noch nicht. Um sicher zu gehen, wartet man nun gar nicht ab, bis die Entartung eintritt, sondern

nimmt von Zeit zu Zeit frische Hefe aus einem anderen Betriebe oder eine Reinzuchthefe der Institute. Durch die Degenerationsmöglichkeit kann man die Anpassung an die lokalen Verhältnisse nur bis zu einem gewissen Grad treiben; je mehr die Hefe das Ideal der Betriebshefe geworden ist, desto mehr naht das Ende, die Entartung, die unter keinen Umständen abgewartet werden darf, sondern durch rechtzeitige Erneuerung ausgeschlossen werden muß. Je weniger stark die Vermehrung getrieben wird, desto länger schiebt sich die Degenerierung hinaus.

Eine unangenehme Form der Lufthefe ist die, die man „Flockhefe" nennt, die ähnlich wie die Bierhefe sich zusammenballt und mehr oder weniger rasch sich zu Boden setzt.

Die Schuld daran trägt sehr häufig eine unreine oder ungenügende Säurung mit zu hoher Gärtemperatur. Henneberg führt die Flockenbildung auf Bakterien zurück, die sich zwischen die Zellen schieben und diese zusammenkitten. Eine interessante Beobachtung des Verfassers möge hier angefügt sein. Solange die Hefe nicht durch Zentrifugen restlos, ob staubig oder weniger staubig, gewonnen wurde, war darauf zu achten, daß die Hefe sich in einigen Stunden völlig zu Boden setzte. Hatte man nun eine Gärung, deren Hefe so staubig war, daß sie sich kaum setzte, und gab vergorene Würze hinzu, deren Maische nicht der Milchsäurebildung unterworfen, sondern nach der Verzuckerung mit Mineralsäure angesäuert direkt zur Gärung gebracht worden war, dann setzte sich die Hefe der gemischten Gärungen schön ab.

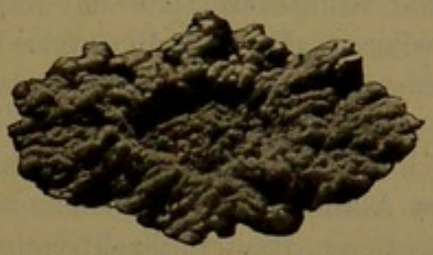
Der Verfasser führt diese Tatsache darauf zurück, daß die ungesäuerte Maische das Eiweiß fast unabgebaut in die Gärung brachte: diese Hefen aus nur mit Mineralsäure angesäuerten Maischen sind stets rötlich und setzen sich genügend rasch, sind also das, was man Peptonhefen nennt. Sie sind nie so rein wie die staubigen Amidhefen der milchsauren Maischen. Es muß hier also das nicht genügend abgebaute Eiweiß als Peptone eine gewisse Bindung der Zellen und Sproßverbände bewirken, die die leicht löslichen weitest abgebauten Amide nicht zu bewirken vermögen. Möglich auch, daß die Hefe unter Umständen das Eiweiß in einer Form aufnimmt, in der es, von innen die Zellhaut durchtränkend, dieser eine klebrige Beschaffenheit und die Fähigkeit verleiht, die Zellen aneinander haften zu lassen: ein Zustand, den man heute gänzlich vermeiden gelernt hat, seitdem man weiß, daß eine genügende Säurung der Maische und ein genügender Säuregrad der gärenden Würze jede Neigung zur Flockenbildung hintanhält und die Zentrifugen die Hefe um so besser ausschleudern, je staubiger sie ist. Die Hefe des alten Verfahrens ist frei von solchen unangenehmen Erscheinungen wie der Flockenbildung, deren unangenehmste Beigabe ist, daß sich die Hefe nicht pressen läßt, was unbedingt auf einen Klebestoff zwischen den Zellen schließen läßt. Die Neigung zur Flockenbildung ist also wohl immer Mangel an peptatischer Kraft der Hefe oder eine Überlastung derselben, wenn bei ungünstiger Zusammensetzung der Maische das ungenügend vorbereitete Eiweiß durch den Atmungsprozeß nicht weit genug in Zucker und amidähnliche Körper gespalten werden kann. Diese Neigung ist also stets die Folge unrichtiger Arbeit. Die Entwickelung der Kulturhefe zur Preßhefe ist also die Züchtung der Wuchshefe aus der Gärhefe und dürfte sich in folgender Reihe wiedergeben lassen:

Brauereiunterhefe, Brauereioberhefe, Brennereihefe, Bäckerhefe, Kahmhefe.

Mit der letzteren kommen wir zu den sogenannten wilden Hefen.

ε) Die wilden Hefen interessieren eigentlich den Preßhefentechniker in ihrer Gesamtheit nicht. Die Bedingungen des Betriebes, der Fabrikation sind heute so durch Forschung und Erfahrung geregelt, daß an ein Aufkommen von wilden Hefen nicht zu denken ist. In Betracht kommen von den wilden Hefen nur die Kahmhefen und diese nur für das Lüftungsverfahren und zwar, wenn wir die oben gebrachte Reihe ansehen, aus leicht begreiflichen Gründen. Wie die Kulturhefen, haben die wilden Hefen charakteristische Wuchsformen im hängenden Tröpfchen und als Riesenkolonie. Nachstehend (Fig. 108) eine Riesenkolonie einer wilden Hefe aus Bier (nach Lindner) und (Fig. 109) eine mit Essigsäure und Kahmhefe infizierte Preßhefe. Die Milchsäurestäbchen stammen aus der Fabrikation, bei der sie als Schutzmittel erwünscht sind.

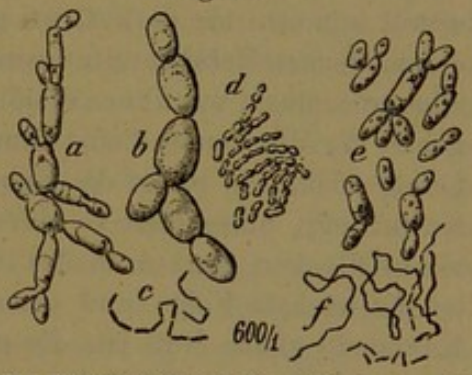
Fig. 108.



Wilde Hefe aus Bier nach Lindner.

Aus der Fig. 109 ersieht man den Unterschied in Gestalt und Aussehen zwischen Kulturhefen und Kahmhefen. Diese haben ihren Namen von ihrer hervorstechendsten Eigenschaft, auf der Oberfläche gegorener Flüssigkeiten sich in festen, dichten Häuten anzusiedeln. Wie wir bei den Kulturhefen hörten, bilden auch diese solche Häute, aber Bierhefe sehr schwer, Preßhefe und Brennereihefe erst in einigen Tagen und nur in dünnen Häuten, die, zerrissen, langsam verteilt zu Boden sinken. Die Kahmhefen bilden ihre Haut auf der Flüssigkeitsoberfläche oft schon innerhalb 24 Stunden.

Fig. 109.



Mit Kahmhefe (*a* und *e*) und Essigsäure (*d*) infizierte Preßhefe (*b*); *c* und *f* Milchsäurebakterien. (600fach.)

Bei Erschütterung der Kahmhautdecke reißt diese in großen Stücken auseinander, die rasch zu Boden sinken. Die Zellen der Kahmhefen haben eine stets längliche Form, wie aus der nebenstehenden Abbildung (Fig. 109) zu sehen ist. Im Mittel sind die Zellen etwa 8 bis 9 μ lang und 3 bis 4 μ breit; dieses Verhältnis verschiebt sich aber oft sehr zugunsten der Länge. Der Zellinhalt ist meist sehr glänzend und enthält eine bis mehrere Vacuolen. Außerdem sind im Plasma stets besonders glänzende Fetttröpfchen zu sehen, die manchmal regelmäßig an beiden Enden der Zellen liegen (s. Fig. 109).

Sie wachsen ungeheuer schnell und in sehr fest zusammenhängenden Sproßverbänden. Wo die geringste Infektion vorhanden ist, überwuchert die Kahmhefe bei günstigen Verhältnissen die Kulturhefe. Die Kahmhefe ist die luftliebendste Hefe, die wir kennen; wir finden sie deshalb nicht in Gärungen der Spiritusmaischen und denen des alten Hefenverfahrens.

Diese Gärungen vollziehen sich ja bei kaum nennenswerter Lüftung. Anders in den Lufthefenfabriken, wo riesige Lüftung stattfindet. Dazu kommt, daß die Kahmhefen sehr wenig empfindliche Pilze sind. Sie vergären Glukose, Fruktose, weniger gern Maltose und Dextrin; Rohrzucker, Raffinose, Milchzucker werden nicht angegriffen. Die Kahmhefe nimmt leicht Ammonsalze auf und nährt sich gerne von den Zersetzungsprodukten der Selbstverdauung der Hefe.

Henneberg benutzt diese Eigenschaft, um Kahmhefe in Preßhefe nachzuweisen. Er preßt diese in eine Petrischale und stellt bei etwa 30° beiseite. Nach einigen Tagen kommt vorhandene Kahmhefe in Kolonien zum Vorschein, bei deren Zählung oder Bewertung aber doch die riesige Vermehrungsmöglichkeit der Kahmhefen in Betracht zu ziehen ist. Außer der Fähigkeit, Zucker aufzunehmen und zu zersetzen, haben die Kahmhefen die bedeutsame Eigenschaft, Sauerstoff zu übertragen, wie sie ja überaus luftbedürftig sind. So greifen sie den bei der Gärung gebildeten Alkohol an und zersetzen ihn teilweise in Essigsäure, teilweise über diese hinweg ganz und zwar so intensiv, daß mit Kahmhefe infizierte Maischen rasch ihren Alkohol verlieren. Merkwürdigerweise bildet Kahmhefe auch Alkohol, wenn auch nicht bedeutend; meist tritt dabei auch Essigäther auf.

Meissner und Schulze konnten den Satz aufstellen, daß der Kahmpilz sich die zu seinem Aufbau nötigen Stoffe selbst erzeugen kann und dazu nur des Alkohols und des Ammoniaks bedarf. Er kann also Alkohol nicht bloß oxydieren, sondern direkt verbrennen und zum Aufbau seiner selbst benutzen. Die Kahmhefen vermögen so auch eine Anzahl organischer Säuren aufzuzehren und zwar je nach Umständen mehr oder weniger stark. So z. B. werden Apfelsäure, Weinsäure, Zitronensäure, Bernsteinsäure zersetzt; bei Essigsäure greifen sie je nach der Art der Kahmhefe verschieden an; auch Milchsäure, selbst in größeren Dosen von 5 bis 6 Proz. hindert sie nicht; auch sie verschwindet allmählich, ebenso wie die Essigsäure, gegen die die Kahmhefen am empfindlichsten sind. So widerstandsfähig und anspruchslos nun diese Hefen sind, so wenig kommen sie da auf, wo geringe Lüftung oder gar keine stattfindet. In den modernen Hefenbereitungsmethoden mit der starken Lüftung allerdings trifft alles zusammen, was ihnen dienlich ist: Starke Luftzufuhr und geringer Alkoholgehalt der Würzen und eine Temperatur, die auch ihr Optimum ist. In der Lufthefenfabrikation bildet die Kahmhefe eine große Gefahr; sie überwuchert die Kulturhefe, umschließt sie durch ihre eng verästelten Sprossungen und reißt sie in Flocken ganz nach Art der Flockhefen zu Boden. Schlechte Pressung ist die nächste Folge und ebensolche Triebkraft die zweite, da diejenige der Kahmhefe gleich Null ist. Es gibt hier nur einen Schutz: Reinlichkeit in den Gärgefäßen; denn die Kahminfektion ist meist eine solche, die von der Wand der Gärbottiche in die Gärung gelangt. Besonders Holzbottiche weisen oft trotz Reinigung solche Verunreinigungen auf; Eisenbottiche weniger. Meist wird beim Reinigen der Gefäße im einfachen Abspritzen der Wände und Böden das zuviel getan, was an eigentlich nötiger Reinigung mit der Bürste zu wenig geschieht. Und besonders die Wandpartien, die in Höhe der Oberfläche der gärenden Würze sich befinden, sind es, die besonderer Reinigung bedürfen.

Im Schaum, der leicht beim Ablassen der Gärung eintrocknet, finden sich immer einige Kahmhefenzellen, weshalb ein einfaches leichtes Bürsten mit Nachspülen nicht genügt. Nur tüchtiges Bürsten mit einer in dünne Kalkmilch getauchten Bürste führt zum Ziele, wie der Verfasser überhaupt nach langjähriger Erfahrung Kalkmilch für das einfachste und beste Reinigungsmittel hält.

Auch ist die Stellhefe mikroskopisch stets auf Kahmhefe zu prüfen. Außerdem ist es zweckmäßig, in der Lufthefenfabrikation außer der Milchsäure noch Mineralsäure zuzugeben, gegen die die Kahmhefen empfindlich sind. Näher werden wir bei der Fabrikation hierauf eingehen.

ζ) Die Hefenreinzucht. War ursprünglich die Arbeit der Gärungsindustrie ganz vom Zufall abhängig, so war doch das umsichtige Auge vieler bedeutsamer Männer der Gärungstechnik darauf aufmerksam geworden, daß manchmal der Erfolg gut, manchmal schlecht war, und daß, da die Hefe als der Gärungserreger erkannt war, in bestimmten Fällen also eine besonders günstige Art von Hefe vorgelegen haben mußte. Das Ursprünglichste war die Übertragung gärender Maische in eine frische Maische. Bald lernte aber z. B. der Brauer die bei der Gärung sich absetzende Hefe etwas näher betrachten und fand, daß bestimmte Lagen derselben sich besonders gut eigneten zur Fortpflanzung. So lehrte jeder Zweig der Gärungstechnik in seinem Werdegang den Wert der Hefe schätzen, die einmal im Betriebe sich angepaßt hatte und ihre Arbeit bei Weiterbenutzung unter gleichen Bedingungen stets besser verrichtete. So kam es, daß unter den Kulturhefen jede Abteilung des Gärungsgewerbes sich seine eigene Rasse züchtete.

Als dann der große Reformator Hansen sich der Sache annahm, war bald System in die Sache gebracht. Durch Spezialstudium lernte er die für Brauzwecke günstigen und gefährlichen Hefen kennen und kam in Verfolgung der Sache dazu, die einmal als besonders gut geeignete Hefe für sich zu gewinnen, zu isolieren. Er fand und benutzte dazu die Reinkultur, die Erzielung einer großen Menge Hefe aus einer Zelle der günstigen Hefe, eine Arbeit, der sich Delbrück für das Brennereigewerbe ebenso eifrig und erfolgreich widmete. War doch die schwere Frage des Brenners und des Hefenfabrikanten früher immer, woher, wenn die eigene Hefe früher oder später degeneriert, die neue Hefe beziehen. Man nennt die Hefe, mit der der Betrieb unterhalten, bzw. täglich die Gärungen eingeleitet werden, die „Stellhefe", deren Beschaffung also immer eine Sorge war. Meist wurde sie von Fabriken bezogen, die ähnlich arbeiteten, um eine etwas angepaßte Hefe zu erhalten. In dem Maße aber, als die Gärungsindustrie sich immer mehr in besondere Zweige zerteilte, wurde die Sache nicht leichter. Wir wissen z. B., daß für die Brennerei vor langer Zeit keine andere Wahl blieb als obergärige Bierhefe und wenns daran fehlte, untergärige zu nehmen. Auch die ersten Preßhefenfabriken waren auf obergärige Bierhefe angewiesen. Der Bezug von Stellhefe wurde ja dadurch erleichtert, daß die führenden Institute Kriterien für gute Hefe schufen. Aber trotz alledem: war auch die Hefe gut befunden, als Stellhefe erfüllte sie ihre Aufgabe nicht. Und es ist wirklich merkwürdig, wie schwer sich manche bezogene Stellhefen im Betriebe einarbeiten. Es stehen nun den beiden Verfahren der Hefenerzeugung die drei Wege offen: entweder sich Hefe des betreffenden Verfahrens aus anderen Fabriken kommen zu lassen, oder sich aus der für gut befundenen eigenen Betriebshefe eine Reinkultur zu erstellen oder eine Reinkultur einer bestimmten allgemein für gut befundenen Rasse von den biologischen Instituten zu beziehen. Für das alte Verfahren kommt nur fremde Hefe aus diesem in Betracht, wenn nicht Reinzucht genommen wird. Für das neue „Lüftungs"verfahren wird teilweise Stellhefe aus „altem" oder „neuem" Verfahren genommen, im letzteren Falle, um bereits an Lüftung angepaßte Hefe, „Wuchshefe", zu haben, etwas was der Verfasser nicht befürworten möchte. Er möchte lieber — wenn nicht Reinzuchthefe, eigene oder gekaufte, zur Verwendung gelangt — der Benutzung von Hefe alten Verfahrens als Stellhefe für Lüftungshefe das Wort reden. Bei richtiger Einführung ist die Hefe in einigen Tagen angepaßt und garantiert

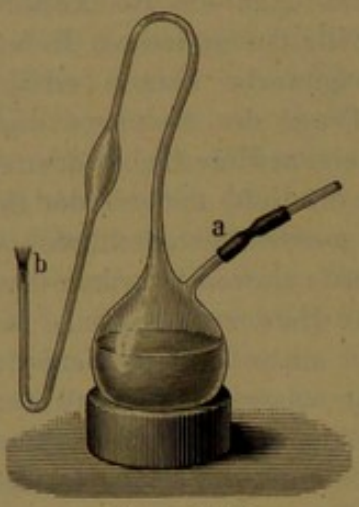
eine viel längere Arbeitsmöglichkeit bis zur Erneuerung wegen Degenerationsgefahr, die man übrigens durch teilweise Ergänzung der Stellhefe mit neuer von Zeit zu Zeit auf lange hinaus bannen kann.

Eine zeitweise kleine Zugabe von $^1/_4$ bis $^1/_3$ an frischer Stellhefe vermeidet die Degenerationsmöglichkeit fast ganz und geht ohne merkbare Ausbeuteverminderung vor sich.

Wo es die Größe des Fabrikbetriebes erlaubt und dann erfordert, bedeutet die Einführung der Reinzucht entschieden Sicherung des Betriebes und nicht nur das, sondern auch eine Besserstellung, weil sie die Möglichkeit gibt, besonders eingearbeitete Hefe für den Betrieb zu isolieren und die errungene Ausbeute in guter Qualität festzuhalten.

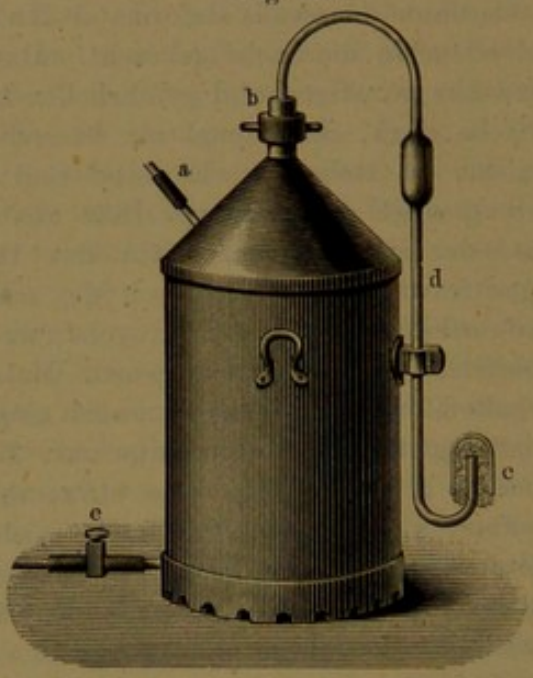
Die Verwendung der Stellhefe, bzw. ihre Einführung in den Betrieb ist je nach dem Verfahren der Hefenfabrikation eine andere und damit die An-

Fig. 110.



Pasteur-Kolben.

Fig. 111.



Kupferner Karlsberg-(Pasteur-)Kolben.

forderung an ihre Qualität eine verschiedene. Wird sie im Lüftungsverfahren direkt der Würze zugegeben, vielleicht vorher mit starker Würze vorgestellt, so gelangt sie im alten Verfahren und der Melasseverarbeitung meist erst in die Hefensatzmaische, von der wir weiter unten reden werden.

Was nun die Reinkultur anlangt, so vollzieht sie sich in der Weise, daß eine Zelle einer als gut befundenen Rasse isoliert wird. Das kann nach Hansen so geschehen: Auf die eine abgeflammte Seite eines Deckgläschens bringt man verflüssigte Nährgelatine und sehr wenig der Hefe und mischt. Unterdessen wird um die Höhlung eines Objektträgers ein kleiner Vaselinstreifen gezogen und der Objektträger ebenfalls abgeflammt. Nun wird das Deckgläschen mit der Nährgelatine und Hefe fest über die Höhlung des Objektträgers gelegt. Wenn die Gelatine erstarrt ist, sucht man sie mit dem Mikroskop ab, bis man eine für sich allein liegende Zelle gefunden hat, und bezeichnet deren Platz außen am Deckgläschen mit Tinte. Man läßt nun das Präparat bei Zimmerwärme stehen, bis die Zelle zu einer sichtbaren Kolonie von Zellen gewachsen ist. Vom abgehobenen Deckgläschen wird sodann mit

einem ausgeglühten und wieder kalten Platindraht etwas der Kolonie entnommen und weiter in sterile Würze, meist ungehopfte Bierwürze geimpft, die in einem „Pasteur"-Kolben (Fig. 110) sich befindet.

Lindner hat nun die Isolierung der Zelle vereinfacht in seiner Tröpfchenmethode; seine Federstrichkultur dagegen eignet sich besser zur Untersuchung

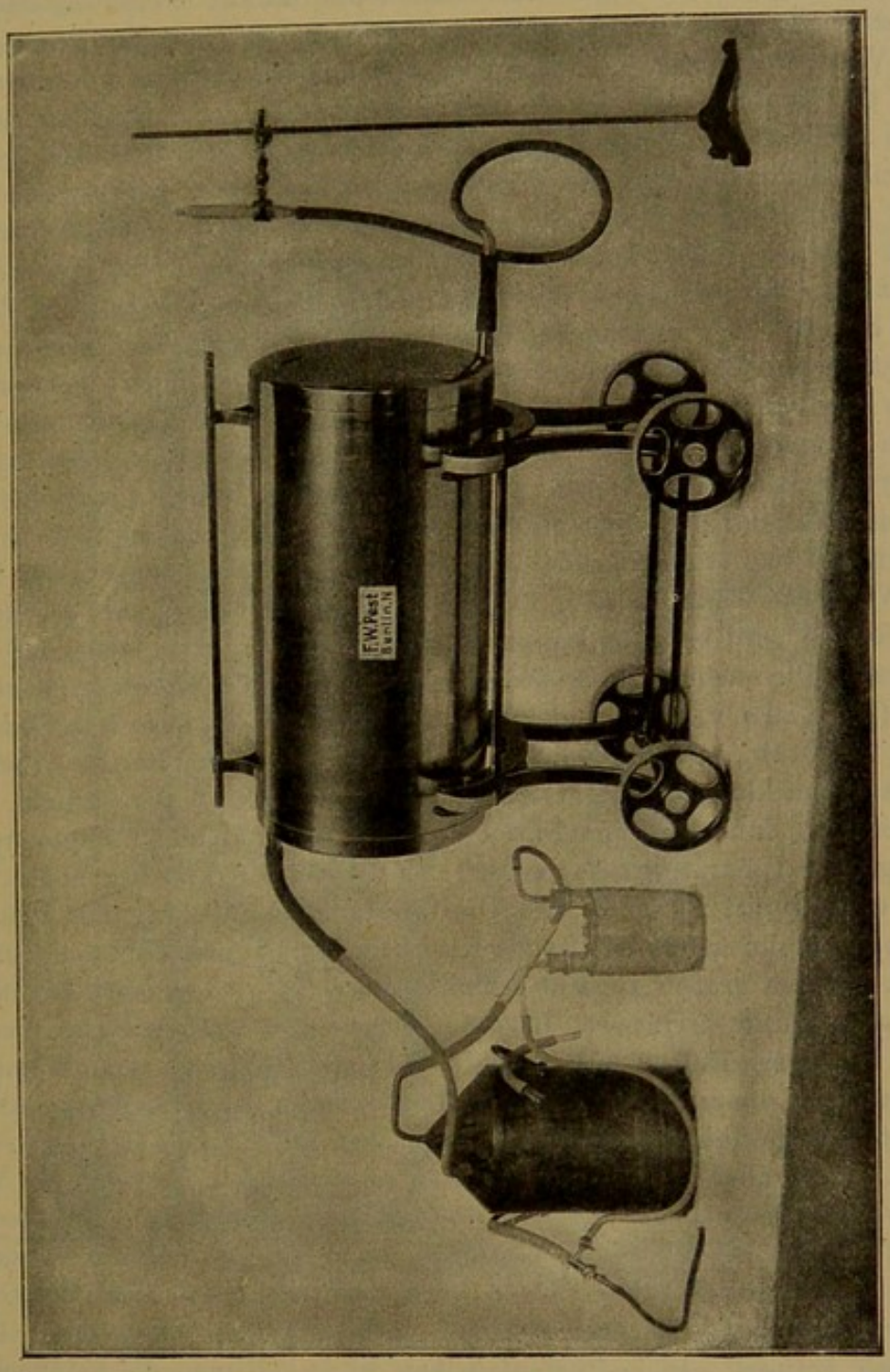


Fig. 112. Kleiner Lindnerscher Reinzuchtapparat mit großem Karlsberg-Kolben.

von Hefe und Maischen auf verschiedene Beimengungen. Er stellt aus steriler Würze und etwas Hefe eine Mischung her und trägt diese mit einer abgeflammten kleinen Zeichenfeder in kleinen Tröpfchen auf ein abgeflammtes Deckgläschen auf. Und zwar wählt man stets eine bestimmte Anzahl Tröpfchen. Das betupfte Deckgläschen drückt man nun über die mit Vaselin umstrichene Höhlung des Objektträgers so auf, daß zwei gegenüberliegende Ecken über den Objektträger heraussehen, dasselbe also mit zwei Fingern leicht

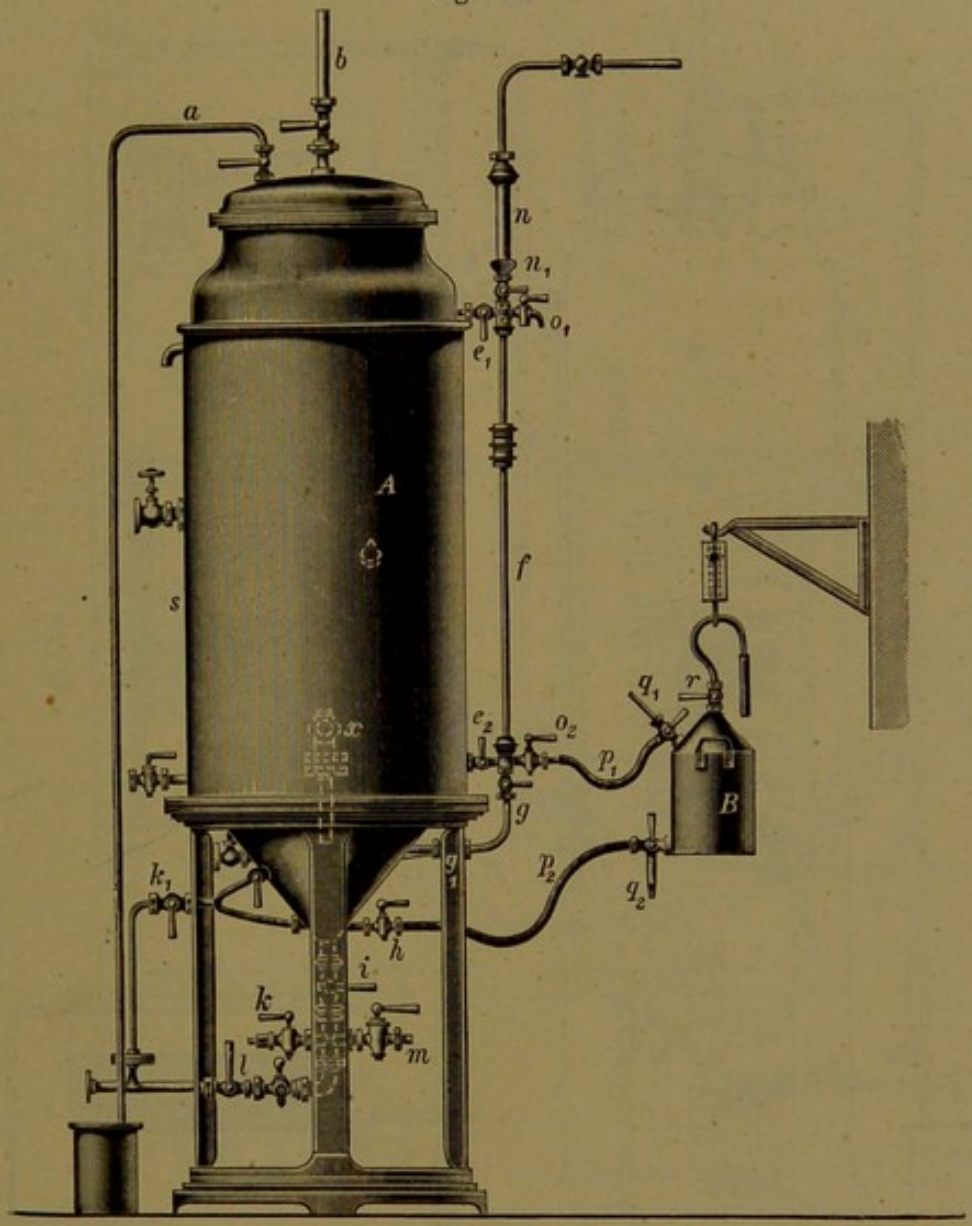
wieder abgehoben werden kann. Nun sucht man das Präparat unter dem Mikroskop auf Tröpfchen ab, die nur eine Zelle enthalten, und bezeichnet sie auf dem Deckgläschen. Man läßt nun im Brutschrank bei etwa 25° stehen, bis an der bezeichneten Stelle aus der Zelle eine kleine Kolonie gewachsen ist. Ist dies der Fall, so nimmt man von ihr nach Abhebung des Deckgläschens mit einem ausgeglühten und wieder kalten Platindraht etwas weg und zieht damit einen Strich über eine Nährgelatineschicht in einem Reagenzgläschen, dessen Watteverschluß nach vorheriger Abflammung entfernt war. Man läßt darauf die Impfung auf der Gelatine angehen bis zur deutlichen größeren Kolonie und hat den Vorteil, daß man an dem Aussehen derselben bei ihrer Größe eine Kontrolle über ihre Gleichartigkeit hat. Steht das fest, dann wird mit der Platinöse eine Probe abgenommen und in den Pasteur-Kolben übergeimpft (der den Namen seines Erfinders trägt) und zwar durch den seitlichen Tubus nach Abnahme dessen abgeflammten Gummiverschlusses. Im Pasteur-Kolben befindet sich ungehopfte Würze, die durch längeres Kochen in demselben steril gemacht wurde und damit auch den Kolben durch die gebildeten Dämpfe sterilisiert hatte. Die Impfung im Pasteur-Kolben läßt man nun wieder wachsen, bis ein genügender Bodensatz von der Hefe entstanden ist, was befördert werden kann, indem man täglich einmal sterile Luft, das heißt, durch ein Wattefilter streichende Luft hindurchsaugt, und impft dann damit weiter in den kupfernen Pasteur-Kolben, der ebenfalls mit der darin befindlichen Würze sterilisiert ist (Fig. 111 a. S. 268). Beim Überimpfen der Hefe der beiden Kolben wird stets die Hauptmenge der über der Hefe stehenden Würze abgegossen. Die nächste Überimpfung geschieht nun in den größeren Karlsberg-Kolben (Fig. 112 a. v. S.) oder gleich in den kleinen Lindnerschen Reinzuchtapparat (Fig. 112), stets natürlich unter den Bedingungen steriler Arbeit. Im Lindnerschen kleinen Apparat erhält man bereits 1 kg Reinzuchthefe. Wird mehr benötigt, dann wird vom Karlsberg-Kolben oder kleinen Lindner-Apparat in den großen Apparat weiter geimpft, der in Fig. 113 und Fig. 114 a. S. 272 in Bild und Schnitt zu sehen ist. Die Überimpfung geschieht mit Druckluft. Wie aus der Figur ersichtlich, ist der Karlsberg-Kolben und der kleine Lindner-Apparat bei dem großen Apparat schon angebracht, wird zugleich mit ihm mit Würze gefüllt und sterilisiert. Ist das geschehen, so wird, wie oben bemerkt, erst der Karlsberg-Kolben oder der kleine Lindner-Apparat geimpft und zeitweilig gelüftet; die genügend gebildete Hefe wird in den großen Apparat übergedrückt, in dem nun anfänglich mit schwacher Lüftung die Gärung verläuft. Handelt es sich aber darum, die Reinhefe zu verwenden, so wird die Würze zuerst weggelassen und nur die dicke Hefe für sich gewonnen. Ist jedoch der Apparat für den Betrieb selbst bestimmt, dann ist eine Leitung vorgesehen, die zum Vorgärbottich führt. Dann wird auch nicht das Ende der Gärung abgewartet, sondern die noch schwach gärende Würze wird direkt in den Gärbottich entleert. In Lufthefenfabriken ist — ob man die Reinzuchthefe bezieht oder selbst erzeugt — eine Vorgärung üblich, ehe eine Hauptmaische damit angestellt wird. Ein wichtiger Moment der ganzen Arbeit ist äußerste Vorsicht in bezug auf Reinhaltung aller Teile der Apparatur und der Instrumente, die mit der Hefe und der Nährlösung in Berührung kommen.

Die Sterilisierung des Apparates geschieht wie folgt (vgl. Fig. 113 u. 114):

Schließen von Hahn *i* und *l*; Öffnen von *k* und *m*; Dampfgeben durch *m*; *m* schließen, *i* und *a* öffnen. *A* etwa $^1/_2$ Stunde ausdämpfen und achten

darauf, daß aus allen Öffnungen von A, B und C zeitweise Dampf strömt. Sind B oder C schon geimpft, so strömt der Dampf bei q_1 und q_2 aus. Nachdem überall Dampf durchgegangen, alle Hähne schließen bis auf a, n_1 und r. Ansetzen des Filters n, während bei n_1 noch etwas Dampf ausströmt. Nun schließen von n; Anbringen des sterilen Luftfilters am Gummischlauch bei r und Schließen von r. n_1 nun öffnen und, so lange bei a noch Dampf entweicht, lüften entlang $o_2\, p_1\, B\, p_2\, h$ nach A. k langsam zudrehen und schließen.

Fig. 113.



Großer Lindnerscher Reinzuchtapparat.

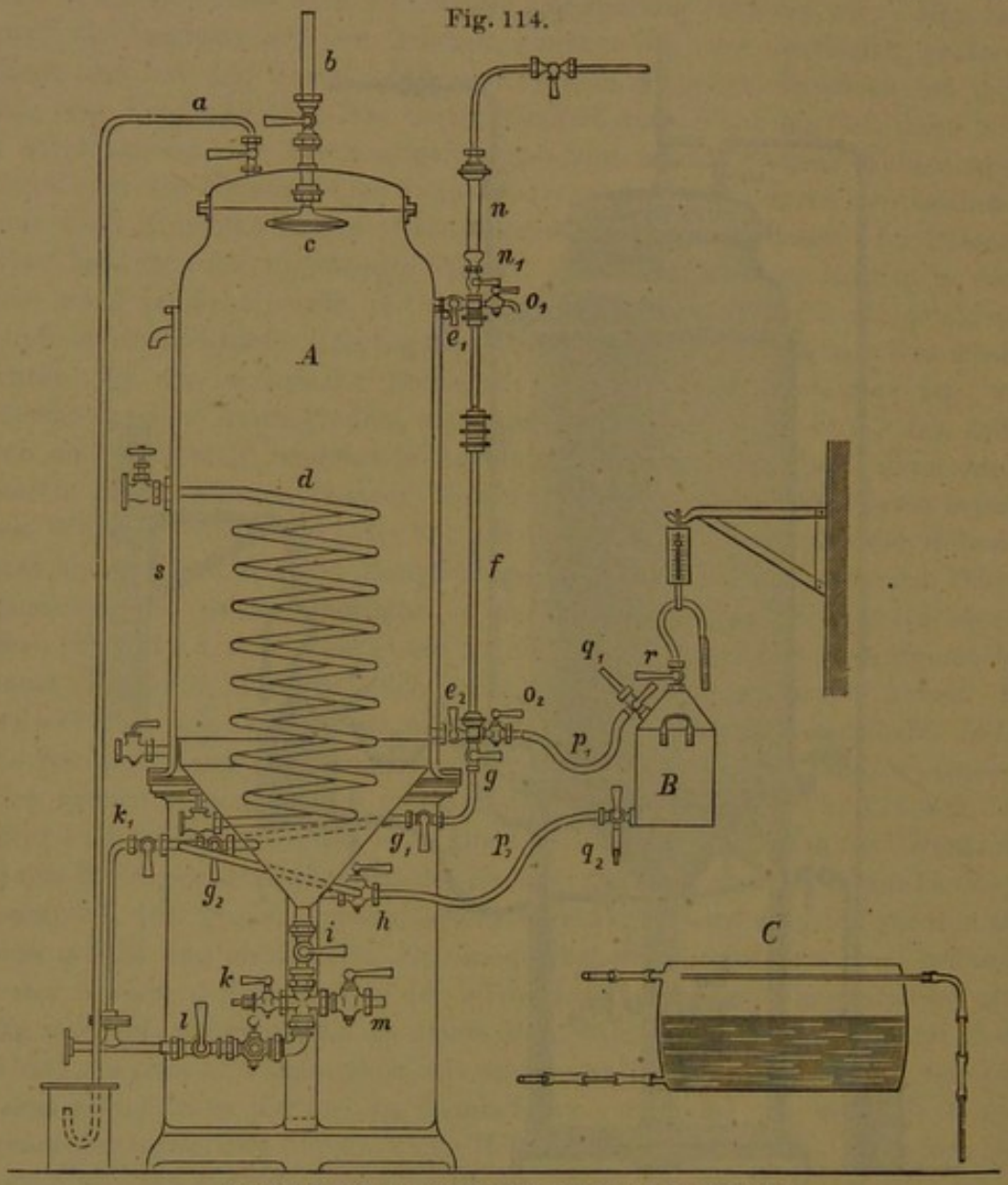
Wenn B wieder kalt geworden, Schließen von h und o_2 und e_1 öffnen; Lufteintritt entlang $n_1\, e_1$ durch A und Austritt derselben bei a.

Ist A ausgedämpft, so kann das Füllen beginnen. Ablassen des Kondenswassers bei l aus A; Schließen der Hähne außer h und i. Wenn die einlaufende Würze (der Apparat steht mit der Maischerei in Verbindung) nicht als steril gelten kann, Dampfeinlassen durch d. Einleiten von Luft in die zu kochen beginnende Würze, dann Schließen von d. Lüftung eine Stunde entlang $n\, f\, g\, g_1\, g_2\, h$; dann nur noch entlang $n_1\, e_1$, Eintritt über der Flüssigkeit. Nach einiger Zeit Entleeren der Würzeausscheidungen durch kurzes Öffnen

von i und l. Danach wieder Lüftung der Würze über $g\,g_1\,g_2\,h$ und Kühlung derselben mittels Durchleiten von kaltem Wasser durch Schlange d.

Während die Würze in A abkühlt, kann die Impfung von B vorgenommen werden. Impfkolben mit q_1 verbinden, Übergießen der Hefe, Entweichen der verdrängten Luft durch geöffneten Hahn r. Endlich Abnahme des Impfkolbens bei q_1 und Verschließen der Öffnung q_1 mit Metallstöpsel. Die Überimpfung von B nach A erfolgt über $o_2\,B\,h$; B bleibt leer, so lange A gärt.

Fig. 114.



Großer Lindnerscher Reinzuchtapparat im Schnitt.

Nach Überimpfung zeitweise lüften, besonders anfangs über $g\,g_1\,g_2\,h$; zum Schluß Luft abstellen.

Nach beendeter Gärung Druckluftgabe durch Öffnen von e_1 und Ablassen der vergorenen Würze durch x bis Schaum kommt. Dann Einlassen von Luft über $g\,g_1\,g_2\,h$, Aufwirbeln der Hefe in dem Rest Würze. Überdrücken eines Teiles der Würze-Hefenmischung nach B durch Öffnen bei e_1; oder Ablassen derselben durch i und l in Versandgefäße. B ist an einer Federwage aufgehängt; ist genug übergedrückt, Schließen von q_1 und q_2 und somit Abschluß des Kolbens gegen A.

Nach der Entleerung von *A* Ausspülen durch Brause *c*; Ablauf des Spülwassers durch *i* und *l*. Nun ist der Apparat wieder zum Ausdämpfen und Befüllen bereit.

Für die Verwendung der Reinzucht im Betriebe selbst wird die nicht ganz vergorene Würze durch *l* und *i* fast ganz entleert; dann *i* und *l* geschlossen und der Rest, wie oben beschrieben, nach *B* gedrückt und zur nächsten Impfung von *A* benutzt.

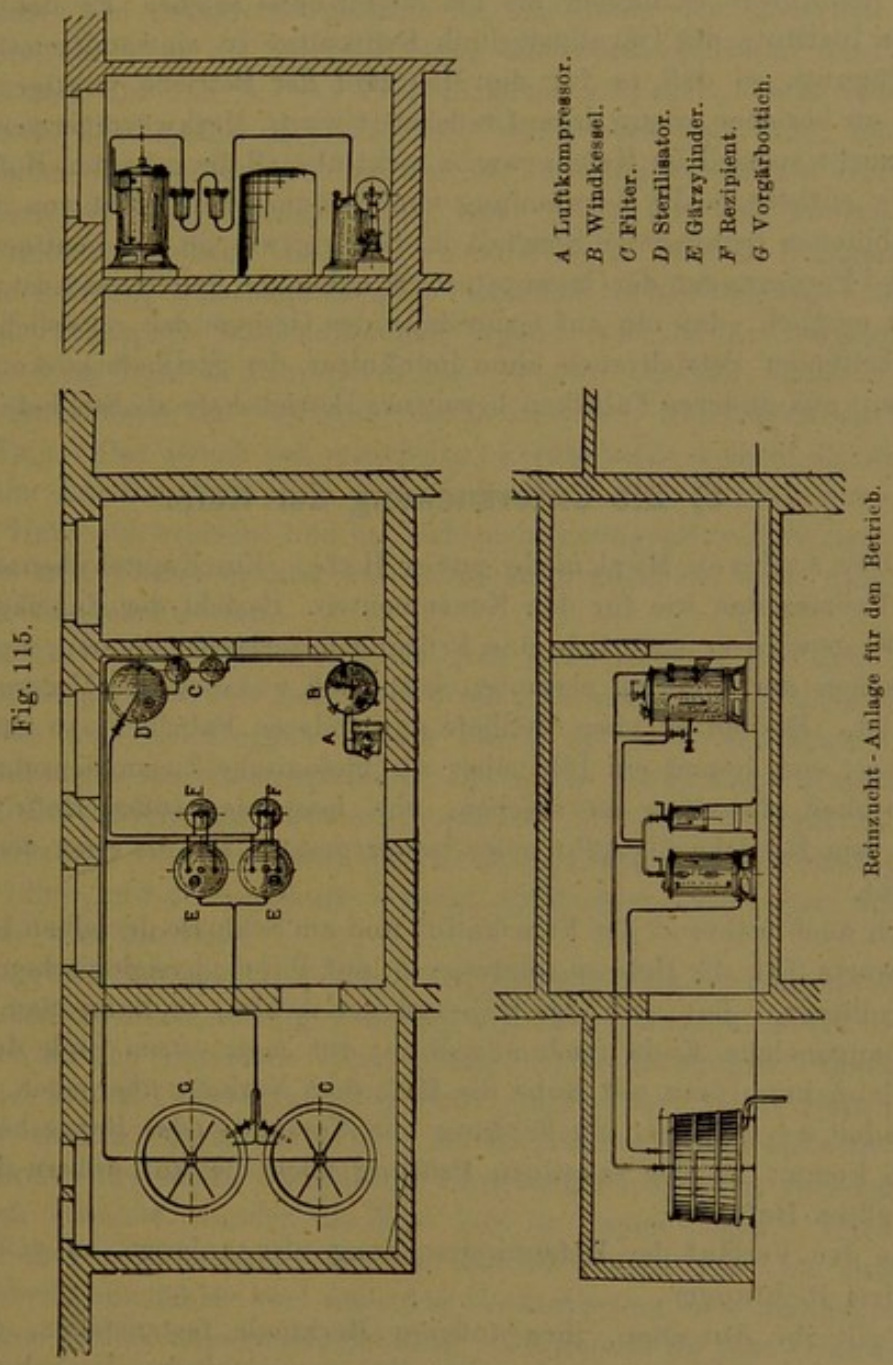


Fig. 115.

Fig. 115 gibt Einblick in eine Reinzuchtanlage, wie sie die Firma vormals Hentschel in Golzern-Grimma ausführt. Die Reinzuchthefe kann direkt dem Vorgärbottich zugeführt werden. Diese Firma baut einen eigenen Reinzuchtapparat, den sie aber dem Verfasser nicht in Bild oder Schnitt zur Verfügung stellen konnte.

Viele größere Betriebe stellen sich so die Reinkulturen ihrer für gut befundenen Betriebshefe selbst her und richten sich derart ein, daß bei *l* etwa

eine Leitung in den kleinen Vorgärbottich geht; natürlich muß dann diese Leitung vorher mit ausgedämpft werden. Meist aber genügt die Abnahme der Reinzuchthefe bei *l* in sterilisierten Gefäßen für ihre Zugabe in die Maische. Solche Reinzucht im Betriebe sollte aber nur da durchgeführt werden, wo eine sachkundige Leitung des Betriebes die Gewinnung von wirklicher Reinkultur gewährleistet. Denn wenn die Bedienung des Apparates nicht absolut sterile, verstandene Arbeit garantiert, ist das Übel bei Verarbeitung der sogenannten Reinkultur schlimmer als bei Arbeit ohne solche. Es steht ja auch durch die Institute der Gärungstechnik Reinkultur in einwandfreiester Form zur Verfügung, so daß es für die Mehrzahl der Betriebe richtiger ist, die Reinhefe zu beziehen, wenn darauf reflektiert wird. Merkwürdigerweise erfüllt die Reinzucht speziell im Hefengewerbe nicht überall die gehegten Hoffnungen. Einerseits enthebt ja die Verwendung von Reinzuchthefe nicht von der überhaupt gebotenen peinlichsten Sorgfalt im Betrieb, wie sie den heutigen Kenntnissen und Forderungen der Gärungstechnik zukommt, andererseits ist natürlich ganz gut möglich, daß ein auf Grundlage der Gesetze der natürlichen Reinzucht arbeitender Betrieb auch ohne Reinkultur der Stellhefe auskommt und tadellos mit aus anderen Fabriken bezogener Betriebshefe als Stellhefe arbeitet.

c) Die Untersuchung der Hefe.

α) Die äußeren Merkmale guter Hefe. Ein Kapitel ebenso wichtig für den Fabrikanten wie für den Konsumenten. Bezieht der Fabrikant Reinzuchthefe, so wird er natürlich eine Prüfung unterlassen können, wenn nicht das Aussehen der Sendung vermuten läßt, daß während des Versands etwas passiert ist. Bezieht er aber Stellhefe aus anderen Fabriken, so ist es dringend nötig, sich immer ein Bild über die biologische Zusammensetzung, die Gleichartigkeit derselben zu machen, ehe man sie, süßer Hoffnung voll, als Saat dem Betriebe übergibt, oder besser gesagt, ihr als Saat den Betrieb anvertraut.

Doch auch während der Fabrikation und am Schlusse derselben ist es eine dankenswerte Tat, die Hefe zu analysieren, auf ihren physiologischen Zustand zu kontrollieren. Tut man das während der Arbeit, so kann man manches sonst unangenehme Ende noch abwehren; tut man es am Ende der Fabrikation, dann kann man mit Ruhe die Hefe dem Verkehr übergeben.

Handelt es sich also um Prüfung von Versand- oder Bezugshefe (Stellhefe), so kommt zu der sonstigen Prüfung noch die auf äußere Merkmale der gepreßten Hefe.

Was den Verlauf der Hefenuntersuchung also anlangt, so vollzieht sie sich in drei Richtungen.

Es gilt ihr Aussehen, ihre äußeren Merkmale festzustellen, dann die Kraft ihrer Arbeitsleistung und weiter ihr physiologisches Verhalten zu bestimmen.

Was die äußerlichen Merkmale einer Hefe anlangt, so ist sie auf Geruch, Geschmack und Farbe zu prüfen. Der Geruch darf nie unangenehm sein: Gute Getreide- und Branntwein-Preßhefe überhaupt (um auch die Fabrikate einzuschließen, die etwa mit Kartoffel, Manioka usw. gewonnen sind) hat stets ein angenehmes mildes Aroma, das deutlicher hervortritt, wenn sie der Arbeit des alten Verfahrens entstammt, und um so weniger ausgeprägt ist, je mehr die

Hefe den Namen Lufthefe verdient. Bei Hefe aus gleicher Methode spielt aber wieder die Frage bei dem Geruch mit herein, ob sie mit viel Säure oder nur mit Mineralsäure oder mit Milchsäure in wechselnden Mengen gewonnen ist. Die Milchsäurehefe riecht am angenehmsten. Das Aroma der Hefe hängt mit der Bildung von Estern zusammen, die bei der Gärung als Nebenprodukte entstehen aus den in der Maische oder Würze vorhandenen Säuren und dem sich bildenden Alkohol. Die Ester der organischen Säuren riechen meist sehr angenehm. Der Geruch ist deshalb bei den Hefen der modernen Lüftungsverfahren, bei denen die Spiritusbildung sehr zurückgedrängt wird und meist Würzen mit nur 0,5 bis 0,7 Proz. Alkohol vorliegen, stets sehr schwach aromatisch. Jedenfalls darf die Hefe, wenn auch fast fade, niemals aber unangenehm riechen, wenn sie gesund ist. Ein unangenehmer Geruch außen und besonders beim Herausnehmen einer Probe aus dem Innern der Hefe muß vorsichtig machen. Besonders wenn Hefe in Beuteln bezogen wird, ist Vorsicht geboten, weil beim Stopfen derselben Fehler begangen oder ihnen auf dem Transport Beschädigungen irgend welcher Art zugestoßen sein können. Eine Hefe in Pfundform oder Beuteln bezogen, stellt eine gleichmäßige zarte Masse dar von einer etwas stärkeren Konsistenz wie ein dicker steifer Teig. Der Bruch soll muschelig, kernig sein; keinesfalls soll sich die Hefe beim Auseinanderbrechen ziehen: Riecht sie dabei unangenehm, dann ist sie von Haus aus schlecht und hat sich nicht genügend trocken pressen lassen, wenn sie z. B. Flockcharakter hatte. Sie kann auch, bei sonst gutem Geruch, zu stark angefeuchtet sein.

Die Farbe soll weißlichgelb bis gelb sein, ist aber bei Hefe nach dem alten Verfahren meist ein mehr dem Weiß sich näherndes Gelblich. Bei Arbeit ohne Mais und viel Roggen ist die Farbe der Hefe des alten Verfahrens manchmal etwas ins Graue spielend. Die Farbe hängt nicht allein vom Rohmaterial ab, sondern ganz besonders von der Säurung, Gärführung, und im alten Verfahren vom Grad der Waschung. Je niedriger die Säuregrade und je mehr diese mit Mineralsäure erzeugt sind, desto gelblicher, ins Rötliche spielender wird die Hefe.

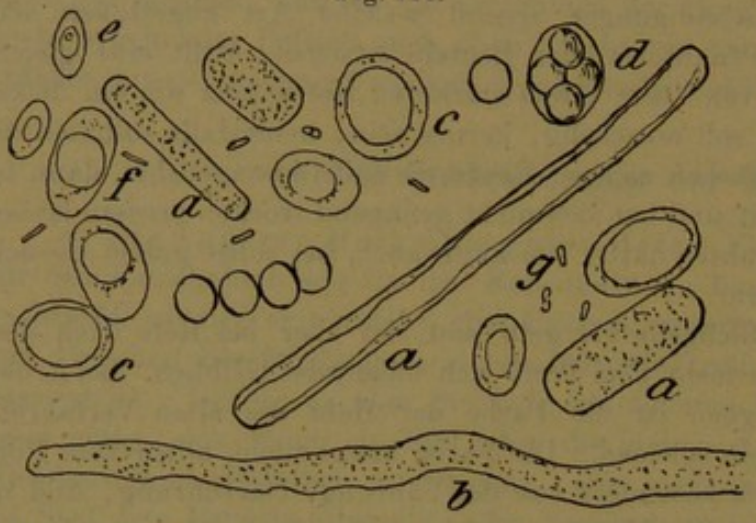
Steigender Säuregehalt, besonders an Milchsäure, in der Maische oder Würze beeinflussen die Hefenfarbe günstig bis zum hellsten Gelblichweiß. Gute Hefe hat frisch an der Oberfläche einen Glanz, der nach einigen Stunden matter wird, aber keiner Farbveränderung Platz machen darf. Gute Hefe hat weiter Neigung zum Austrocknen; wird z. B. ein frisches Pfund Hefe in Pergamin eingewickelt weggestellt, die richtige Pfundungsfeuchtigkeit vorausgesetzt, so muß nach etwa 24 Stunden die Hefe lose im Papier liegen. Wird die Hefe in dieser Zeit wohl trocken, aber an der Oberfläche grau bis gräulich, so lagen Fabrikationsfehler vor: schlechte Verzuckerung, also mangelhaftes Malz oder ungenügende, unpassende Säurung. Die Schuld an dem Grauwerden der Hefe kann auch ein Eisengehalt des Wassers tragen, der dann durch Enteisenung des Wassers zu entfernen ist, wenn dieser Schönheitsfehler der Hefe beseitigt werden soll. Denn diese unangenehme Färbung der Hefe ist meist keine Begleiterscheinung von mangelhafter Triebkraft oder Haltbarkeit. Immerhin muß im Betriebe der Sache nachgegangen werden. Die Hefe präsentiert sich bei der Ankunft schlecht und erweckt trotz aller Versicherung des Fabrikanten eben Bedenken wegen Haltbarkeit und Triebkraft. Diese Grau- bis Graublau-Färbung nimmt meist noch zu, bis sie bei zunehmender äußerer

Trocknung der Hefe von Oïdiumkulturen und solchen von Penicillium verdeckt wird.

Was die Haltbarkeit anlangt, so ist vor allem zu verlangen, daß die Hefe Neigung zum Trocknen hat. Für diesen Fall kann jedem Betriebsleiter und Fabrikanten das Aussuchen und Bereithalten eines Plätzchens empfohlen werden, wo die Hefe z. B. im Karton oder kleinen Kistchen wie beim Versand in ungünstiger Jahreszeit bei 26 bis 30°, besser bei 30° etwa 2 bis 3 Tage stehen bleiben kann. Wer täglich solche Proben seiner Versandhefe zur Seite legt, ist über die Qualität der bei der Kundschaft anlangenden Hefe stets unterrichtet.

Da aber die Hefe meist auch zur Betriebsarbeit verwendet wird, so ist es auch, abgesehen von der täglichen mikroskopischen Betriebskontrolle, wichtig, ihre Qualität kennen zu lernen. Hefe, die Neigung zum Weichwerden hat, entstammt schlechter Arbeit. Obwohl beim Weichwerden der Hefe natürlich die Temperatur der Umgebung eine große Rolle spielt, so ist doch als feststehend zu betrachten, daß eine Hefe, aus guter Arbeit stammend, bei Temperaturen von 25 bis 30° eben in der Zeit, die der Versand beanspruchen und die vergehen kann bis zur Verwendung, also mindestens innerhalb 3 bis 4 Tagen nicht weich wird, sondern fest bleibt, unter oberflächlicher Abtrocknung. Wenn sich nun in dieser Zeit auf der Oberfläche ein weißer Belag bildet, der meist aus Oïdium, seltener aus Penicillium besteht, oft aber aus Kahmhefen (Fig. 116), so ist das keine direkt ungünstige Beobachtung.

Fig. 116.



Pilzflora der Oberfläche der abgepreßten Hefe (14tägig bei 20°, Rasse II). Außer alten Kulturhefenzellen (*c*) finden sich Zellen mit Sporen (*d*), ferner Oïdium lactis (*a*), Pinselschimmel (*b*) und dessen Sporen (rechts von *c*), Kahmhefen (*e*), Milchsäurebakterien (*f*, *g*). Einfaches Präparat. (1000fach).

Oïdium lactis wird sich kraft seiner Art (s. später) fast auf jeder Preßhefe in einigen Tagen einnisten; nur in der Menge des Auftretens ist ein Unterschied insofern, als bei starkem Auftreten des Oïdiums der angenehme Geruch der Hefe verschwindet und einem etwas käseartigen Platz macht. Bei besonders guter Hefe tritt Oïdium aber sehr viel später auf, weil sie an der Oberfläche Neigung zum Trocknen hat und deshalb der Pilz auf die tiefer liegenden Schichten angewiesen wäre, deren er sich aber nicht bedienen kann. Riecht die Hefe nach Essigsäure oder ranziger Butter, dann ist jede weitere Analyse unnötig; denn die Erreger dieser beiden Säuerungen sollen in einem geordneten Betriebe unmöglich sein. Auf der Oberfläche der Hefe können sich aber auch Gehalte an Kahmhefen zeigen, die, obwohl ohne Wirkung auf die Haltbarbeit, eine Prüfung der Gesamthefe darauf (s. später) nötig machen, da sie, ohne irgend welche Triebkraft, den Backwert der Hefe stark erniedrigen. Es ist nun natürlich, daß Reinzuchthefe von Hause aus zu etwas größerer

Haltbarkeit bestimmt ist; sie hält deshalb meistens den Versand in Blechbüchsen besser aus als die üblichen Betriebspreßhefen, die sich am besten halten, wenn ihnen ein wenn auch sehr unterbundener Luftverkehr ermöglicht ist wie in den üblichen Papierumhüllungen. Auch in Holzgefäße eingepreßt hält sich die Hefe gut, besser als in Metallgefäßen; es spielt hier sicher die Porosität des Holzes eine Rolle. Daß die Haltbarkeit der Hefe aber nicht von der sterilen Arbeit allein herkommt, folgert der Verfasser aus der öfters erprobten Tatsache, daß Betriebshefen und bezogene Reinkulturen in Blechbüchsen sich sehr verschieden zu ungunsten von Reinkulturen in bezug auf Haltbarkeit bei der Temperatur von etwa 25 bis 30° verhalten. Ein Beweis, daß die Haltbarkeit mehr eine Folge von guter Entwickelung der Hefe als von Verunreinigung mit Mikroorganismen ist. Man vollzieht aber den Versand der Reinkultur in Blechbüchsen, um Infektionen zu verhüten, was wohl zutrifft, ohne Gewähr für absolute Haltbarkeit der bezogenen Hefe zu bieten.

Der Verfasser schreibt deshalb die Haltbarkeit viel mehr der physiologischen Beschaffenheit und Herkunft der Hefe zu als der Wirkung von unliebsamerweise ihr beigemengten fremden Pilzen. Deren Tätigkeit, wenn sie die Haltbarkeit beeinflußt, ist meist sekundärer Natur, also eigentlich erst ermöglicht durch den krankhaften Zustand der Hefe. Der mikroskopische Befund wird hier im direkten Präparat Aufschluß geben; Beimengungen von fremden Pilzen können gleicherweise in zwei Preßhefen vorhanden sein, deren eine haltbar ist, die andere nicht. Vergleichende Versuche lassen immer mehr zu dem Ausspruch berechtigen, daß die Haltbarkeit eine Funktion der Hefenzellen ist; sind diese oder einzelne derselben in Membran oder Plasma ungenügend ausgerüstet, dann treten eben die Schädlinge in Wirkung als Zerstörer und Schmarotzer eines kranken Gegners.

Eine alte Probe auf Haltbarkeit, die mit dem physiologischen Zustande der Zellen zusammenhängt, ist die, eine kleine Handvoll Hefe zusammengeballt einigemal auf den Boden zu werfen oder in ein Tuch eingewickelt einigemal auf den Boden zu schlagen. Erfahrungsgemäß ertragen Hefen, die sich auch sonst als haltbar erweisen, diese Probe gut; wird die Hefe bei der Probe weich und naß, dann ist sie meist auch nicht oder weniger haltbar. Henneberg hat über diese alte Probe eine große Versuchsreihe angestellt und versucht, aus ihrem Ergebnis Schlüsse auf Reifezustand der Hefe bei der Ernte, Größe der Aussaat, Ernährung derselben u. a. m. zu ziehen, ein Wagnis, bei dem ihm der Verfasser nicht folgen möchte. So interessant und gewiß arbeitsreich zugleich die Versuche Hennebergs sind, so scheinen sie, die keineswegs überall eindeutige Ergebnisse lieferten, wenigstens den oben schon vom Verfasser ausgesprochenen Satz zu bestätigen, daß die Haltbarkeit ausschließlich eine Funktion der gesunden, kräftigen, gut ernährten Zelle ist und fremde Mikroorganismen nur der kranken Hefenzelle schaden können, also auch nur sekundär in Erscheinung treten. Im übrigen ist die Wirkung der Schlagprobe jedenfalls nichts anderes als eine Wirkung der bei dem Aufwerfen oder Aufschlagen freiwerdenden Wärme infolge der plötzlich gehemmten Bewegungsenergie. Diese Probe ist also sicher in ihren Folgeerscheinungen nicht bloß eine starke Beanspruchung der Zellhaut, sondern nicht zum mindesten eine Erwärmung der Zellen und ihres Inhalts, die gute Hefe natürlich — wie oben erwähnt — besser erträgt, welche bei Temperaturen austrocknet, bei denen

kranke Hefe abstirbt und der Autolyse verfällt. Das mikroskopische Bild der Schlagprobehefenzellen stimmt auch fast überein mit dem der durch Erwärmung angegriffenen oder sterbenden Zellen. Insofern ist die Schlagprobe eine Abkürzung der Haltbarkeitsprobe durch Stehenlassen bei etwa 30° einige Tage lang. Nur treten bei der Schlagprobe sicher in einzelnen Zellen höhere Erwärmungen ein, besonders bei den im Innern liegenden Zellen.

Vielfach wird auch der Geschmack der Hefe begutachtet, der natürlich direkt mit dem sonstigen äußeren Befund der Hefe korrespondiert. Unter Umständen kann so eine frische Hefe von einer älteren natürlich unterschieden werden, weil bei letzterer durch die wenn auch minimale Lebenstätigkeit der Zellen ein Teil der aromatischen Geruch- und Geschmacksstoffe Zersetzungen erlitten hat, eine frische, gute Preßhefe aber ebenso angenehm riecht wie schmeckt, eine alte dagegen einen faden Geschmack aufweist. Bei starker Beimengung von Bierhefe, wenn diese schlecht gewaschen war, läßt sich unter Umständen Hopfen herausschmecken. Außerdem gibt die Zunge natürlich weniger durch den Geschmack als durch die große Empfindlichkeit ihrer Hautnerven die etwa zugemischte Stärke als rauhere Teile zu erkennen.

β) Die mikroskopische Prüfung. Wenn so schon die äußerliche Begutachtung von Hefe uns Aufschluß über ihre Güte in mancher Beziehung gibt, so liegt doch auf der Hand, daß eine wirklich durchgreifende Begutachtung dieses Mikroorganismus nur mit Benutzung des Mikroskops möglich ist.

Bei dieser Art der Untersuchung kommt nun in Frage die Betrachtung der Hefe unterm Mikroskop im direkten Präparat oder aber in Kulturen, die ihr Verhalten während der Sprossung zeigen und besonders ihre Rasseneinheitlichkeit offenbaren, was durch direkte Beobachtung fast ganz unmöglich ist.

$\alpha\alpha$) Im einfachen Präparat. Versetzt man beim direkten Präparat einen Tropfen Wasser auf dem Objektträger mit etwas Hefe und verrührt, so sehen wir an der Art der Verteilung der Hefe schon unter Umständen Wichtiges. Bildet die Hefe im Wassertröpfchen eine milchige Suspension, dann sind Flockhefe und Bierhefe ausgeschlossen. Zeigt sich aber, daß die im Wassertropfen zerriebene Hefe sofort wieder sich abscheidet in mehr oder weniger großen Flocken, dann ist eine genaue Prüfung auf Bierhefe (Unterhefe) und Flockhefe und wilde Hefe unerläßlich. Die Kahmhefe, in festen Sproßverbänden wachsend, kann z. B. die Flockneigung sonst guter Hefe begünstigen, sie schließt, reichlich vorhanden, die Zellen der Kulturhefe ein und reißt sie zu Boden. Dann sind Gehalte an Kahmhefe vorhanden, die natürlich beim einfachen Präparat zu sehen sind; wir erblicken die rundlichen ovalen Zellen der Preßhefe neben den ungeheuer reich verzweigten Verbänden der länglichen plasma-glänzenden Kahmhefe, die kaum zerfallen. Da die Gärwirkung der Kahmhefe praktisch gleich Null ist, drückt ein großer direkt bemerkbarer Gehalt daran den Verkaufswert der Hefe sehr herunter, da keine Hefe je den Vermehrungsgrad der Kahmarten erreicht und deshalb leicht überwuchert wird. Sind die Kahmsproßverbände nicht zu sehen, dann kann Flocklufthefe vorliegen oder eine Beimischung von Bierhefe. Dem geübten Mikroskopiker wird letztere — in größeren Mengen absichtlich zugesetzt — sich ja auch so zu zeigen wissen. Immerhin gibt es hier nur einen eigentlich sicheren Weg — die Hefe im Wachstum zu beobachten. Die Flockhefe wird bei starker Vergrößerung oft die von Henneberg beobachteten Flockmilchsäurestäbchen

aufweisen, die der Verfasser aber selten bei Flockhefe fand. Dagegen zeigt die Zellmembran bei Flockhefe stärkere Konturen, herrührend von einer Ausschwitzung des Zellinhalts durch die Membran oder von einer Umlagerung der Zellhaut mit nicht durchdringungsfähigem Eiweiß. Da die Flockhefe sich nur unter den Peptonhefen findet, hält der Verfasser die Neigung der Hefe zum Flocken für eine Folge der Ernährung mit ungenügend abgebautem Eiweiß und sieht als Beweis hierfür die Tatsache an, daß im alten Verfahren die Flockhefe unbekannt ist. In ihm sind Gärkraft und Wachstum nicht so ungleich verschoben wie beim Lüftungsverfahren und haben Zeit zur Entfaltung ihrer Kräfte. Liegt also Eiweiß in ungenügendem Abbau vor, so hat der Atmungsprozeß Zeit, das Eiweiß zu spalten und in einfache Stickstoffkörper und Zucker für den ja mäßigen Aufbau neuer Hefenzellen zu zerlegen. Anders im Lufthefenverfahren; die riesige Luftzufuhr reizt zu ebensolchem Wachstum, mit dem unter Umständen — wenn das Eiweiß der Rohstoffe wenig abgebaut geboten wird, wie z. B. in Maischen, die kaum der Milchsäurebildung unterworfen, fast ganz mit Mineralsäure angesäuert werden — dann der Eiweißabbau in genügender Weise nicht Schritt halten kann. Der Verfasser hält es für denkbar, daß in solchen Fällen das nicht weit genug zersetzte Eiweiß die Zellmembran nicht durchdringen kann, nicht ins Innere der Zelle gelangt, die Zellmembran umlagert, klebrig macht und so die Zellen zusammenkittend den Zustand der Flockung hervorruft und die Membran stärker hervortreten läßt. Konnte doch auch Lange durch Peptonzusatz Staubhefe zum Absetzen bringen. Der Verfasser hält deshalb die Hennebergschen Flockmilchsäurebakterien für eine sekundäre Erscheinung. Entweder diese Bakterien wollen sich das an der Zellmembran klebende Eiweiß zunutze machen oder sie werden von diesem angezogen. Eine Versandhefe, die beim Verreiben mit Wasser Flockenbildung zeigt ist also verdächtig, sie entstammt ungesunder Arbeit, läßt sich nicht trocken pressen und reißt beim schnellen Absetzen aus der Gärung alle möglichen Bakterien und sonstigen suspendierten Bestandteile mit zu Boden, durch die sie stark verunreinigt und zur Zersetzung geneigt wird. Deshalb weisen Flockhefen im einfachen Präparat starke Verunreinigungen auf. Eine besondere Sache für sich ist der Nachweis von Unterhefe in Preßhefe, die sich mit Wasser flockig verteilt oder sonst daraufhin nach äußerem Befund verdächtig ist. Diese Prüfung kann mit Sicherheit im einfachen Präparat nicht gemacht werden und erfolgt durch die Wachstumsprobe.

Die Degenerierung der Hefe ist eine interne Angelegenheit der Fabrik; denn kommt solche Hefe zum Versand, dann erfüllt sie keineswegs die Anforderungen der Prüfung auf äußere oder innere Merkmale guter Hefe. Unter Umständen könnte ausnahmsweise die Flockung Folgeerscheinung der Entartung sein, deren Ursachen wir nicht wissen und nur an Hand der Tatsache ahnen können, daß Lufthefe am meisten dazu neigt, je mehr sie durch reichliche Luftzufuhr zu übertriebenem Wachstum gereizt wird. Die Degenerierung der Hefe tritt aber bei sonst gleichen, günstigen Bedingungen plötzlich ein und kann nichts anderes sein, als eine Ermüdung der Rasse: Gärkraft, Wachstum lassen nach. Es dürfte allem Anscheine nach Tatsache sein, daß selbst die günstigsten Bedingungen die beste Rasse nicht auf die Dauer vor dieser Ermüdung schützen. Da die Zellen meist ganz normal aussehen, kann die Gefahr nur dadurch ausgeschaltet werden, daß man entweder immer von Woche

zu Woche oder auch in größeren Zwischenräumen frische Hefe in kleinen Gaben der Betriebsstellhefe zusetzt oder von Zeit zu Zeit in erfahrungsgemäß sicherem Zeitraum diese ganz erneuert.

Im einfachen Hefenpräparat ist auch das Verhalten der Hefen gegen Jodlösung interessant. Nicht bloß daß sich Stärkemehl irgend welcher Form oder Herkunft noch deutlich zeigt, je nach seinem Abbau blau bis kaum violettrötlich sich färbend, gestattet diese Prüfung Schlüsse auf den Glykogengehalt der Zellen. Da das Glykogen ein wichtiger Bestandteil der Hefe ist und z. Tl. ihre Haltbarkeit, Lebensfähigkeit bedingt — kann es doch zu Lebzeiten der Zelle deren Wand nicht durchdringen — so gibt die Prüfung mit Jodlösung in der Verdünnung 1 : 1000, also 0,1proz., einen wertvollen Aufschluß. Glykogenfreie Zellen färben sich nur langsam gelblich im Plasma, das vorhandene Glykogen färbt sich rotbraun, so daß der Grad der Färbung mit Jod direkt auf entsprechenden Glykogengehalt schließen läßt. Je frischer die Hefe, desto mehr Glykogen, desto stärker die Jodreaktion, die schon beim Verreiben von Hefe mit der 0,1proz. Jodlösung stark rotbraun auftritt, wenn durchgängig stark glykogenhaltige Hefe vorliegt, deren Plasma dann außerordentlich glänzt. Die Prüfung auf Kahmhefe und Pilze kann auch leicht, wie schon erwähnt, so vorgenommen werden, daß Hefe in eine Petrischale gepreßt, etwa 30° warm gehalten wird. Sofort erscheinen fremde Kolonien an der Oberfläche, die makro- und mikroskopisch leicht zu definieren sind.

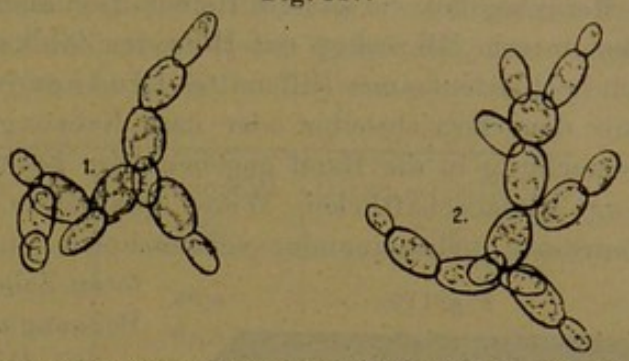
Im einfachen Präparat schon lassen sich auch tote Zellen an ihren stärker konturierten Zellhäuten und dem verschwommenen Plasmabild erkennen, wozu auch sehr leicht die Fähigkeit der toten Zelle dienen kann, ungiftige Farbstoffe durch die schrumpfende Zellwand der sterbenden oder toten Zelle aufzunehmen, wie z. B. Methylenblau. Die Prüfung auf tote Zellen läßt sich aber auch außerordentlich scharf, weil quantitativ, durch die Beobachtung der Hefe im Wachstum erkennen. Dazu dient am besten die Lindnersche.

ββ) Tröpfchen- oder Strichkultur. Der Verfasser kann diese Methode, die für den untersuchenden Chemiker wie für den Betriebsleiter äußerst wichtig ist, nur dringend empfehlen. So einfach die Methode ist, so sicher arbeitet sie qualitativ und quantitativ zu gleicher Zeit. Wir sprachen von ihr schon bei der Reinkultur. Man verteilt etwas von der Hefe in steriler Würze so lange, bis in einem Tröpfchen noch etwa 1 bis 3 Zellen gefunden werden. Dann nimmt man ein Deckgläschen, sengt es über der Bunsenflamme ab, desgleichen die kleine Zeichenfeder, taucht diese, wenn genügend abgekühlt, in die Würze-Hefenmischung und drückt mit ihr auf die abgeflammte, bis jetzt nach unten gehaltene Seite des Deckgläschens eine Anzahl von etwa 30 bis 35 Tröpfchen. Danach legt man das Deckgläschen über die Aushöhlung eines Objektträgers, deren Rand mit einem Vaselinfaden umzogen wurde, so, daß zwei Ecken desselben über den Rand des Objektträgers herausstehen und leichte Hebung des Deckgläschens mit zwei Fingern erlauben. Der Objektträger ist vor Auflegen des betüpfelten Deckgläschen abzuflammen, um fremde Organismen zu töten.

Nach etwa 12stündigem Stehen des Präparates im Brutschrank bei 30° — es ist nicht gut länger zu warten, weil sonst die charakteristischen Sproßverbände verfallen oder zu sehr in- und durcheinander wachsen — kann man sich rasch über die Einheitlichkeit der Hefe orientieren. Sind die Kahmhefen im einfachen Präparat an ihren Wuchsformen schon, wenn reichlich

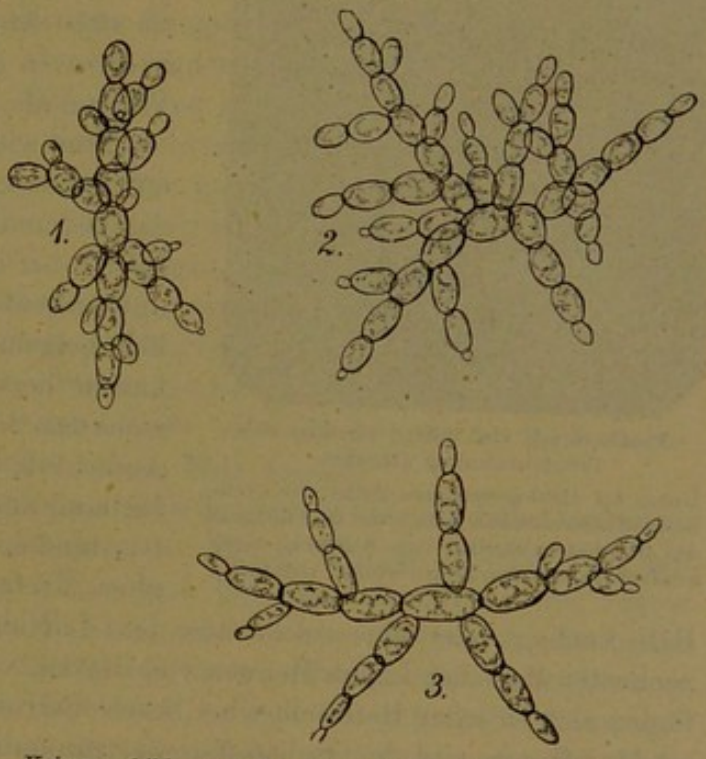
vorhanden, leicht zu erkennen, so doppelt leicht in diesen Tröpfchenkulturen. Sind Kahmhefen vorhanden, so überwuchern sie rasch die Kulturhefe der einzelnen Tröpfchen. Je gleichmäßiger nun das Bild der Sproßverbände sich unterm Mikroskop beim Absuchen der Tröpfchen darstellt, desto einheitlicher ist die Zusammensetzung der Hefe. Auch die untergärige Hefe, die Bierhefe — und das ist mit das Wichtigste der Tröpfchenkultur — läßt sich leicht im Bilde von dem Sproßverbande der Preßhefe (Oberhefe) dabei unterscheiden. Nebenstehend zwei Typen sprossender Bier- und Preßhefe nach Lindner, die den charakteristischen Unterschied leicht erkennen lassen (Fig. 117 u. 118). Die Zellen der Bierhefe sind durchgängig größer und haben griesiges Protoplasma; die Preßhefe hat, besonders die Lufthefe, wenig griesiges, mehr glänzendes Plasma und bildet zusammenhängende, weitverzweigte Sproßverbände. Die Bierhefe wächst in losen, zum Zerfall geneigten Sprossungen. Zu bemerken ist, daß für stärker verunreinigte Hefen z. B. es sich empfiehlt, statt der Tröpfchen- noch eine Strichkultur zu machen, also statt Tröpfchen eine bestimmte Anzahl Striche zu ziehen. War nun die Verdünnung richtig gewählt, so daß etwa 2 bis 3 Zellen auf ein Tröpfchen oder einen Strich kommen und man durch Absuchen derselben die vorhandene Anzahl Zellen zählen kann, so läßt die mikroskopische Prüfung der Kultur nach 12stündigem Stehen bei 30° viererlei feststellen:

Fig. 117.



Keimungsbilder von untergäriger Bierhefe in der Tröpfchenkultur. Typen lockerer Sproßverbände. Die einzelnen Glieder sind nur noch in lockerem Zusammenhang. Kultur nach 24 Stunden.

Fig. 118.



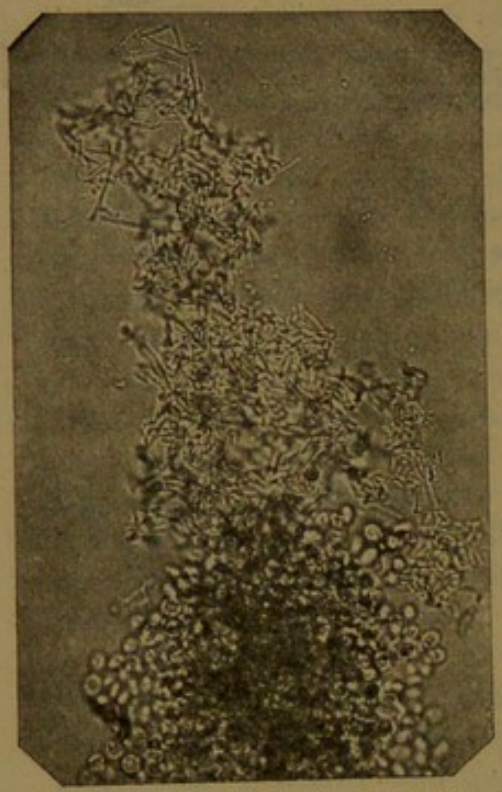
Keimungsbilder von Preßhefen in der Tröpfchenkultur. Typen sparriger Sproßverbände. 1 und 2 stammen von Rasse XII aus dem Berliner Institut, 3 von einer Wiener Preßhefe.

1. Das Vorhandensein von Preßhefe neben Bierhefe und Kahmhefe.
2. Wenn die Sproßverbände gezählt werden, das Verhältnis der Preßhefenzellen zu denen der Bierhefe und Kahmhefe, also die prozentische Zusammensetzung der Preßhefe aus den verschiedenen Hefen.
3. Wenn man gleichzeitig die nicht gewachsenen Zellen zählt, den Gehalt an toten, nicht mehr lebensfähigen Zellen.

4. Die Beimengung von Bakterien, z. B. Milchsäurebakterien, die sich natürlich vorfinden müssen, weil sie aus der Fabrikation herrühren (Fig. 119, nach Lindner).

Obwohl letzteres auch dadurch bewirkt werden kann, daß man in einer mit Methylenblau versetzten Hefenaufschlämmung die gefärbten, also toten Zellen unterm Mikroskop mit Hilfe der Zählkammer zählt, so sieht man doch, welch hochbedeutsames Hilfsmittel Lindner in seiner Tröpfchen- oder Strichkultur dem Betriebsleiter oder dem Nahrungsmittelchemiker für die Hefenuntersuchung in die Hand gegeben hat, hochbedeutsam, weil es gestattet, in streng wissenschaftlicher Weise qualitative und quantitative Analyse der Hefenrassen nebeneinander vorzunehmen und gleichzeitig auch neben den toten Zellen die verschiedenen bakteriellen Beimengungen festzustellen.

Fig. 119.



Preßhefe mit viel Würze verrührt zur Tröpfchenkultur gebracht.

Unten die dicht gedrängten Zellen der Preßhefen-Nachkommenschaft; oben eine Kolonie des Milchsäurebacillus vom Aussehen eines vielfach geknickten Zwirnfadens. (300 fach.)

γ) Die chemisch-physiologische Prüfung der Preßhefe. Die Bestimmung des Wassergehalts ist bei Versandhefenprüfung sehr zu empfehlen; er beträgt durchschnittlich etwa 74 Proz. Die Wasserbestimmung gibt Aufschluß über Beimengungen zur Hefe und über die Güte der Hefe. Entstammt diese einer Gärung mit staubiger bis flockiger Hefe, so wird sie sich entsprechend sehr gut bis schlecht auspressen lassen, also mehr oder weniger Wasser als normal enthalten.

Eine wichtige Prüfung ist die der Hefe auf Stärke, besonders dann, wenn einmal das Hefenmischverbot Gesetz geworden ist. Es ist bei der Stärkebestimmung aber zu unterscheiden zwischen Stärke, die absichtlich beigemengt ist oder von der Fabrikation herstammt. Am schnellsten gibt wohl das Betupfen der Hefe mit Jodlösung Aufschluß, bei Stärkegegenwart tritt Blaufärbung auf. Aber diese Probe kann unter Umständen täuschen, wenn z. B. aus dem alten Verfahren eine schlecht gewaschene Hefe vorliegt oder eine solche aus dem Lüftungsverfahren aus schlecht verzuckerter Maische; kleine Mengen von Stärke, von der Fabrikation herrührend, finden sich in jeder Hefe selbst bei bester Betriebsarbeit. Der Verfasser konnte so des öfteren aus den Rohstoffen herrührende Stärkegehalte bis zu 5 Proz. feststellen, weshalb die Inversionsmethode nicht angängig ist, die sonst rasch zum Ziele führen würde. Einen sicheren Nachweis über die Natur des Stärkegehaltes kann nur das Mikroskop erbringen; die aus der Fabrikation stammenden Stärkepartikelchen lassen sich so leicht von absichtlich zugesetzter Stärke unterscheiden. An den ersteren sind jedenfalls Spuren der Einwirkung der Diastase erkennbar, indem das Stärkekorn Risse in der Kontur aufweist (s. Fig. 14). Absichtlich zugesetzte Stärke zeigt sich in unversehrter Form. Meist ist es dann die Kartoffelstärke, die infolge ihrer Größe und

Form leicht zu unterscheiden ist von den unabsichtlichen Stärkegehalten. Um annähernd schnell den Stärkegehalt zu erhalten, bestimmt man den Wassergehalt der Hefe. Diese enthält rein etwa 74 Proz. Wasser, beigemischte Stärke etwa 36 Proz. Wasser. Durch die zugemischte Stärke erniedrigt sich also der Wassergehalt von 74 Proz. auf etwa 55 Proz., wenn gleiche Teile Stärke und Hefe gemischt werden. Es berechnet sich daraus folgende Tabelle, die durch Interpolation erweitert werden kann:

Wassergehalt Proz.	Gehalt an reiner Hefe Proz.	Wassergehalt Proz.	Gehalt an reiner Hefe Proz.
55,0	50	66,4	80
56,9	55	68,3	85
58,8	60	70,2	90
60,7	65	72,1	95
62,6	70	74,0	100
64,5	75		

Eine einfache genaue Methode ist folgende. Von einer gut gemischten Hefenprobe wird eine bestimmte Menge, etwa 10 bis 20 g, abgewogen und mit $^1/_2$ Liter schwach angesäuertem, mit Jodlösung versetztem Wasser aufgeschlämmt. Nach einiger Zeit gießt man die im Wasser suspendierte Hefe ab, gibt frisches, schwach angesäuertes Wasser zu, rührt auf, läßt absitzen, gießt die Hefe mit dem Wasser ab und wiederholt das so oft, bis das Wasser keine Hefenzellen mehr enthält. Die vom Jod gebläute Stärke wird mit einigen Tropfen einer Lösung von unterschwefligsaurem Natron entfärbt, auf ein vorher bei 120° getrocknetes gewogenes Filter gebracht, dann zuerst 2 Stunden bei 50°, dann noch 4 Stunden bei 120° getrocknet und gewogen. Die lufttrockene Stärke enthält etwa 17 Proz. Wasser, weshalb die gefundene Stärkemenge mit 100/83 oder rund 6/5 = 1,2 zu vervielfachen ist. Kennt man nun von der Wasserbestimmung der Hefe her den Gesamttrockensubstanzgehalt der gemischten Hefe und nun den der Stärke, so ist die Differenz zwischen beiden gleich der Trockensubstanz der reinen Hefe, die mit 100/26 = 3,85 multipliziert die Menge der vorhandenen reinen Hefe angibt.

Die Inversion der Stärke mit Salzsäure läßt sich aus verschiedenen Gründen nicht anwenden; die Hefe enthält ja stets kleine Mengen Stärke von der Fabrikation her und außerdem bilden sich bei der Behandlung mit Säure aus der Hefe Stoffe, die ebenfalls Fehlingsche Lösung reduzieren. Auch die Methode der Verkleisterung der Stärke mit ihrer nachfolgenden Verzuckerung oder die der Aufschließung mit Hochdruck, wie unter „Stärkebestimmung“ angegeben, gibt deshalb nur ungenaue Resultate, weil dabei aus der Hefe Stoffe zur Geltung kommen, die Fehlingsche Lösung reduzieren.

Was nun die für die Praxis wichtigste Bestimmung bei der Hefenuntersuchung anlangt, so ist das die Feststellung der der Hefe innewohnenden Kraft, die sie im Backprozeß, in der Bäckerei, zu äußern vermag. Wenn im allgemeinen die Hefe den Teig lockern soll, indem sie das Mehl in seinem Stärke- und Eiweißgehalt etwas angreift, Spuren von Alkohol und größere Mengen von Kohlensäure bildet, so kommt doch für den Bäcker noch in Betracht, welche Hefe in gleicher Zeit mehr Arbeit oder in kürzerer Zeit die

gewünschte normale Arbeit leistet. Im Gegensatz zur Gärkraft, der Intensität der Zuckerspaltung in der Zeiteinheit spricht man so von Triebkraft, von der Schnelligkeit und Stärke, mit der die Hefe im Nährmedium ihre Arbeitsleistung beginnt, und von der Beständigkeit, mit der sie diese unterhält. Nun kommt in der Bäckerei der Ofentrieb der Hefe noch hinzu, das heißt das Verhalten der Hefe im Teig, wenn er im Ofen sich befindet, also ihre Gärkraft unter Druck, wenn bereits beim Backen Rindenbildung stattgefunden hat, Gärkraft bei erhöhter Temperatur und das Ertragen hoher Temperaturen bis zur Abtötung der Hefe. Wenn nun auch in Wirklichkeit sich die Arbeit der Hefe in der Bäckerei etwas anders abspielt, da die Hefe bei der Bäckerei zur Verarbeitung ja fast ausschließlich nur Stärke dargeboten erhält, so glaubte man doch ein annäherndes Bild ihrer Triebkraft zu bekommen, wenn man sie unter jeweils gleichen Bedingungen auf Rohrzucker einwirken ließ.

Die früher am meisten im Gebrauch gewesene Meisslsche Methode ist fast ganz verlassen und hat wegen der Peinlichkeit ihrer Handhabung und der trotzdem möglichen Ergebnisfehler der Hayduckschen Methode Platz gemacht. Meissl verwendet 50 ccm einer Lösung, die 4,5 g einer Mischung von 400 g Zucker, 25 g Ammonphosphat und 25 g Kaliumphosphat enthält, setzt dieser Zucker-Nährsalzlösung genau 1 g Hefe zu und bestimmt durch Gewichtsverlust die innerhalb 6 Stunden bei 30° entwickelte Kohlensäure. Er setzte die Normalleistung einer Hefe gleich 1,75 g entwickelter Kohlensäure bei 30° in 6 Stunden. Da er nur 1 g Hefe verwendet, bedeutet 1 Proz. Wassergehalt der Hefe mehr oder weniger das Gewicht eines Zentigramms und 0,1 g Kohlensäure schon 7 Proz. der Normaltriebkraft. Hayduck hat nun die Triebkraftsbestimmung so verbessert und vereinfacht, daß sie leicht und schnell nicht bloß im Laboratorium, nein selbst beim Bäcker oder Händler, mit einfachen Verhältnissen rechnend, ausgeführt werden kann. Benutzt wird eine mit destilliertem Wasser hergestellte 10proz. Rohrzuckerlösung, von der 400 ccm mit 10 g Hefe bei 30° in genau bei dieser Temperatur zu haltendem Wasserbad der Gärung überlassen werden. Als Ergebnis langer Versuchsreihen kann man sagen, daß eine als gut zu bezeichnende Hefe in der

ersten	halben	Stunde	etwa	60	ccm	Kohlensäure
zweiten	„	„	„	175	„	„
dritten	„	„	„	275	„	„
vierten	„	„	„	300	„	„

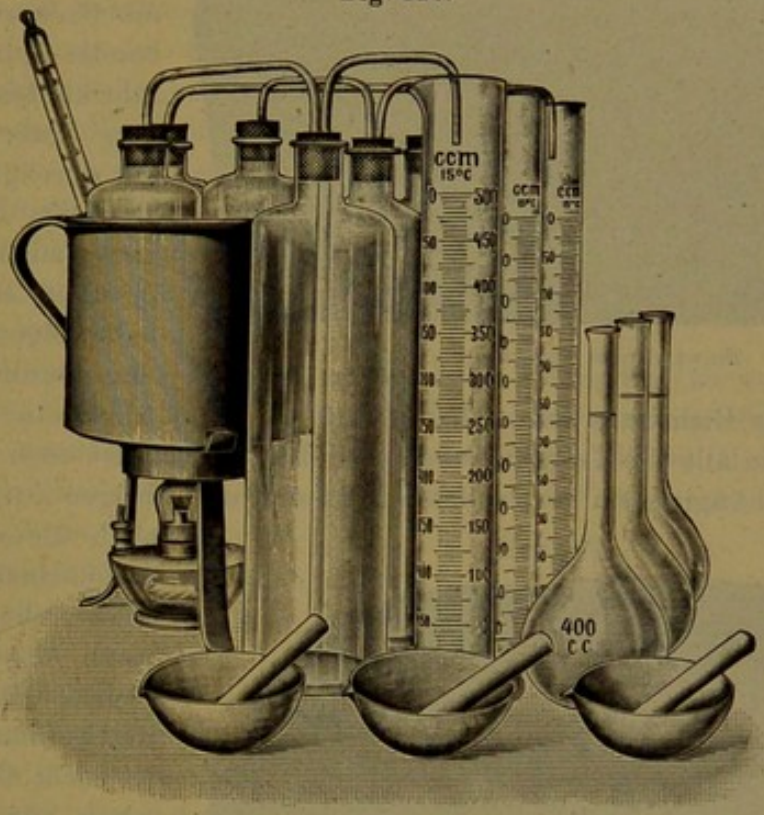
entwickelt bzw. soviel Wasser in den graduierten Zylinder (siehe Fig. 120) verdrängt.

Kusserow hat die Hayducksche Methode dahin abgeändert, daß er das von der entwickelten Kohlensäure verdrängte Wasser mißt, was der Verfasser für zweckmäßig und einfacher hält. Die volumetrischen Methoden haben nun, sowenig sie der Arbeit der Praxis besonders nahe kommen, doch die Tatsache für sich, daß ihre Ergebnisse einen Schluß auf das Verhalten der Hefe in der Praxis zulassen, und haben gleichzeitig den Vorteil, daß die Gärwirkung von Anfang an beobachtet werden kann, wie es sich auch durchaus empfiehlt, die vierte halbe Stunde noch abzulesen. Man kann auch die Kohlensäureentwickelung durch die Bestimmung des Gewichtsverlustes feststellen, den 400 ccm einer 10proz. Rohrzuckerlösung mit 5 g Hefe bei 30° in 24 Stunden erleiden; man benutzt dazu die Gärflaschen (Fig. 5), wie bei

Melasseuntersuchung angegeben, mit dem Schwefelsäureverschluß, um Wasserverluste zu vermeiden. Gute Hefe muß so 8 g Kohlensäure entwickeln.

Bei diesen Methoden konnte ein ganz bestimmter Zusammenhang zwischen Triebkraft und Eiweißgehalt der Hefe festgestellt werden, ein Fingerzeig für Fabrikanten und Betriebsleiter. Einem Stickstoffgehalt der Hefe von 1,5, 2,1, 2,4, 2,8 Proz. entsprachen z. B. Triebkraftswerte bzw. entwickelte Kohlensäuremengen von 8,4, 11,8, 13,7, 14 g. Auch ist interessant zu sehen, welche intensive Einwirkung die geringen Salzmengen, die im Brunnen(Fabrikations-)wasser enthalten sind, auf die Hefentätigkeit ausüben, bzw. wie sehr es die Hefenzelle versteht, sich diese Stoffe zum Aufbau des Plasmas und der Membran zunutze zu machen. Stellt man die Rohrzuckerlösung statt mit destilliertem Wasser mit Brunnenwasser her, so erhält man bei sonst gleicher Arbeit und

Fig. 120.



Triebkraftsbestimmungsapparat (Rapp, Meiningen) für mehrere gleichzeitige Proben.

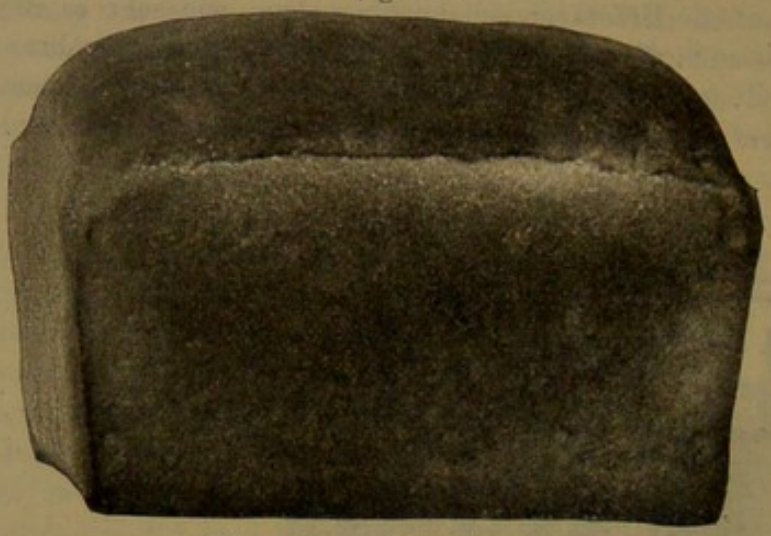
mit der gleichen Hefe in der volumetrischen Methode durchschnittlich um 30 bis 40 Proz. höhere Zahlen, also statt 300 ccm etwa 450 ccm Kohlensäure in der vierten halben Stunde, oder bei der Wägungsmethode statt 8 g etwa 11 bis 12 g Kohlensäure.

Um nun der Arbeitsleistung der Hefe im praktischen Betriebe der Bäckerei näher zu kommen, versuchte man den Zucker durch Mehl zu ersetzen. So benutzt man da und dort verschiedene derartige Methoden, bei denen auf 100 g Mehl 2 g Hefe, die in 50 ccm Wasser suspendiert sind, genommen werden zur Bereitung eines Teiges, der in graduierten Meßzylindern von bestimmter Weite und Höhe bei genau 30° der Gärung überlassen wird. Das Volumen des eingefüllten Teiges und die Zeit der Einfüllung ist genau zu notieren. Grundbedingung bei dieser Methode ist absolute Gleichmäßigkeit der Arbeit und der verwendeten Geräte. Man liest nun etwa alle halbe Stunde die Volum-

vermehrung ab, stößt nach der vierten halben Stunde den Teig mit passender Holzkeule zurück und liest die Volumvermehrung wieder in halbstündlichen Zwischenräumen viermal ab. Wichtig ist auch die Verwendung des gleichen Mehles, wenn störende Momente für die Vergleichbarkeit der Resultate vermieden werden sollen.

Eine gute Hefe soll durchschnittlich eine Volumvermehrung des wie oben bereiteten Teiges von dem einfachen des ursprünglichen Volumens bringen.

Fig. 121.



Einwandfreies Gebäck (gute Hefe).

Außer diesen Teiggärproben gibt es auch Backproben, die der Bäckereipraxis noch näher kommen sollen.

Unter diesen verdient die Backprobe des Verbandes deutscher Hefenfabrikanten eine besondere Note; sie ist sehr gut durchgearbeitet und beurteilt die Hefe in ihrer Triebkraft wie auch in ihrem sonstigen Verhalten eigentlich nur vom Standpunkt des Bäckers aus, was das Richtigste ist. Diese Prüfung sollte allgemein angenommen werden. Wie alle die Teiggärproben und Backproben ist auch sie natürlich vor allem abhängig vom verwendeten Mehl und den übrigen Zutaten, weshalb auch diese Proben nur dann einen Vergleichswert verbürgen können, wenn überall dazu das gleiche Mehl verwendet werden kann. Das ist leicht durchzuführen, wenn, wie im Hefenverbande, ein geschlossenes Gewerbe bestimmte Normen festlegen und auch die Materialien für die Untersuchung in bestimmter Qualität liefern kann. Nachstehend kurz die Backprobe des Verbandes, der, um störende Momente für die Vergleichbarkeit der in einzelnen Vertriebsstellen und Laboratorien vorgenommenen Prüfungen zu beseitigen, die nötigen Materialien und Geräte liefert. Zur Verwendung gelangt deshalb auch nur destilliertes Wasser. Für jeden Versuch kommen in Anwendung 280 g Mehl, 160 ccm Salzlösung (8 g Kochsalz enthaltend), 2 g Zucker, 10 g Hefe.

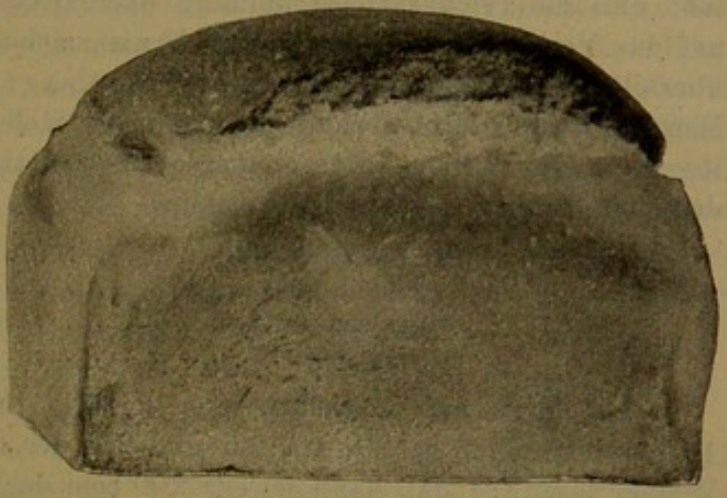
Fig. 122.

Gebäck mit kleinem Absatz (Neigung zum Reißen, verdächtige Hefe).

Die 2 g Zucker löst man in den 160 ccm Salzlösung auf und bringt die Lösung auf einem Wasserbade auf 30°. In der Teigknetschale wird nun die

Hefe (10 g) mit der Salz-Zuckerlösung aufgeschlämmt. Dann wird das Mehl (280 g), das so aufbewahrt sein soll, daß es etwa 30° hat, der Hefenaufschlämmung zugegeben und mit dem Pistill zu einem gleichmäßigen Teig verarbeitet. Das Teigkneten soll etwa 10 Minuten dauern, vom Beginn der Hefenzugabe an gerechnet. Der fertige Teig wird nun rasch in der Hand gerundet und in die wenig gefettete Backform fallen gelassen, die vorher auch etwa 30° haben soll, wie der erstellte Teig. Auf die Backform kommt das Meßstäbchen und diese nun in den Gärschrank, der überall 33 bis 35° haben soll. An der Backform außen wird die Nummer der zu untersuchenden Hefe und die Zeit des Anknetens bemerkt. Spätestens nach einer Stunde ist die erste Beobachtung des Teiges im Gärschrank vorzunehmen. Von da an ist genau in Minuten festzustellen, wann der Teig das über der Backform liegende Meßstäbchen erreicht. Ist das in 90 Minuten der Fall, so ist die Hefe anstandlos zu verwenden (als Verbandshefe zum Versand) und braucht zur Ergänzung der Teig nicht gebacken zu werden. Alle Teige aber, die länger als 90 Minuten bis zur Erreichung des Meßstäbchens benötigen, müssen die Backprobe durchmachen. 120 Minuten nach Beginn des Anknetens kommen diese Teige in den Ofen und werden bei 230 bis 250° in 30 Minuten gebacken. Das fertige Brot ist vorsichtig aus der Form zu nehmen, mit der Nummer der Hefe zu bezeichnen und möglichst freiliegend abzukühlen. Beistehend in Fig. 121 bis 124 in $^1/_2$ nat. Größe vier Bilder von typischen Gebäcken, wie sie nach der Verbandsprobe erhalten werden. Hefen mit einer Gärdauer bis 100 Minuten werden dann noch als gut betrachtet, wenn sie ein gutes, nicht gerissenes Gebäck geben.

Fig. 123.



Gerissenes Gebäck (mangelhafte Hefe).

Fig. 124.

Krüppel (schlechte Hefe).

Ist dies der Fall oder die Gärdauer größer als 100 Minuten, so wird die Hefe beanstandet, vom Verband also zurückgewiesen oder im Preis die Minderqualität durch Abzüge ausgeglichen. Von jeder verbackenen Hefe werden einige Tage Probepfunde aufbewahrt, um den Grad der Haltbarkeit kennen zu lernen. So empfehlenswert diese ganze Probe ist, so sehr steht und fällt sie in ihrer Durchführbarkeit mit dem Verband. Grundbedingung sind eben gleiche

Apparate und Ausgangsmaterialien, die wohl der Verband für das ganze Reichsgebiet an seine Mitglieder liefern und zur Vergleichbarkeit der Resultate verwenden lassen kann. Und trotzdem wird das verwendete Mehl nicht immer von gleicher Zusammensetzung sein können, was mit ein Grund ist, warum die Teiggär- und Backproben sich so schwer einbürgern; so sehr sie der Praxis näherkommen, so sehr bedeuten sie ganz merkliche Unterschiede der Resultate, wenn das verwendete Mehl in seiner Zusammensetzung an den verschiedenen Plätzen der Untersuchung verschieden ist. Erfahrungsgemäß läßt nun die Triebkraftsbestimmung nach Hayduck ganz richtige Schlüsse auf das Verhalten der Hefe in der Praxis ziehen; dazu kommt, daß sie ein überall gleichmäßiges Arbeiten gestattet. Nagel hat nun die Hayducksche Methode im Prinzip beibehalten und nur an Stelle der reinen 10 proz. Zuckerlösung in destilliertem Wasser eine solche gesetzt, die gleichzeitig in 400 ccm derselben folgende Nährsalze enthält:

Kaliumbiphosphat	2,00 g
Ammoniumbiphosphat	1,00 „
Magnesiumsulfat	0,25 „
Calciumsulfat	0,20 „

Man kann sich natürlich eine vorrätige Salzlösung machen, z. B. für 10 Bestimmungen je 20, 10, 2,5 und 2 g der Salze in 2 Liter destilliertem Wasser lösen, so daß dann jeweils 200 ccm der Nährlösung mit 40 g Zucker versetzt und auf 400 ccm aufgefüllt werden. Die Probe wird genau wie sonst bei Hayduck durchgeführt. Die erhaltenen Zahlen wurden in 34 Fällen der Verbandsbackprobe gegenübergestellt, wobei sich eine schöne Übereinstimmung ergab, wie ja schon die alte Hayducksche Probe einen guten Gradmesser für die Triebkraft bildete.

Die Triebkraftszahlen sind natürlich durch die Gabe der Nährsalze erhöht und schwanken für die nach dem Backversuch sich ergebende Güte-Reihe beträchtlich. Der Verfasser hält nun dafür, daß die einfachste und doch schon ausschlaggebende Probe die Hayducksche ist, die schnell erreichbare Schlüsse auf das Verhalten der Hefe in der Praxis zuläßt, besonders wenn nur Preßhefe, frei von Bierhefe, vorliegt. Diese gibt im Antrieb oft höhere Zahlen als Getreidepreßhefe, läßt aber bei der Temperatur von 30° rasch nach. Zur Ergänzung für besondere Fälle wäre die Verbandsprüfung sehr zu empfehlen, vorgenommen genau nach deren Vorschriften und mit den Apparaten und Rohstoffen, die der Verband liefert. In den Versuchen Nagels erwiesen sich die Hefen alten Verfahrens als durchschnittlich etwas gering, was aber mit den Ergebnissen der Praxis nicht übereinstimmt, in der die Hefen alten Verfahrens sich ausgezeichnet bewähren. Dieser Unterschied tritt bei Benutzung der alten Haydukschen Methode nicht auf, wie diese eben in ihrer Einfachheit in Apparatur und Handhabung gleiche Arbeitsbedingungen für die verschiedenen Hefen bedeutet und deshalb eben auch Schlüsse über das Verhalten der Hefe in der Praxis erfahrungsgemäß zuläßt.

Eine wichtige chemisch-physiologische Prüfung ist noch die auf Bierhefe nach Bau, der die Beobachtung zugrunde liegt, daß Melitriose (Raffinose) von untergäriger Hefe ganz, von obergäriger Hefe (Preßhefe) nur teilweise vergoren wird. Da die Vergärbarkeit der Melitriose deren Spaltung voraussetzt, die Spaltungsprodukte aber wie Lävulose und Dextrose auch von Preßhefen vergoren werden, so scheint es sich hier einfach nur um ein Spaltungsvermögen zu

handeln, das bei Bierhefe, die auch einen zymasereicheren Zellsaft liefert, stärker entwickelt ist (siehe oben unter Melasse). Diese Melitriose reduziert Fehlingsche Lösung nicht und zerfällt bei der Inversion durch Hefenenzyme zuerst in Lävulose und Melibiose, diese dann weiter in Dextrose und Galaktose. Preßhefe vermag nur den Lävulose(Fruktose-)anteil zu vergären, Bierhefe alle drei Bestandteile der Melitriose. Bau versetzt nun 10 ccm einer 1 proz. frischen Melitrioselösung mit 0,4 g Preßhefe und stellt drei solche Proben 24 Stunden bei 30° beiseite. Danach prüft er 3 ccm der klar filtrierten einen Probe mit 1 ccm Fehlingsche Lösung in 5 Minuten dauerndem Kochen auf etwaige Melibiose. Bleibt die über dem Niederschlag stehende Flüssigkeit blau, so kann man auf einen Zusatz von 10 Proz. Bierhefe schließen, der die Raffinose zum Verschwinden gebracht hat. Ist die Flüssigkeit entfärbt, dann ist noch Melibiose vorhanden, die aber nur von Bierhefe angegriffen wird. Ergibt dann nach weiteren 24 Stunden (also insgesamt 48 Stunden) die zweite Probe, wie oben beschrieben behandelt (3 ccm + 1 ccm Fehlingsche Lösung, kochen 5 Minuten) und filtriert, noch Blaufärbung, so können 5 Proz. Bierhefe vorhanden sein, von denen erfahrungsgemäß eine 1 proz. Raffinoselösung erst in 48 Stunden vergoren wird. Ergibt die dritte Probe nach 72 Stunden, ebenso wie die beiden anderen behandelt, noch Blaufärbung über dem Niederschlag nach dem Kochen, dann kann auf 1 Proz. Bierhefe geschlossen werden. Ist die Hefe aber ganz frei von Bierhefe, so ist auch nach 72 Stunden noch Melibiose enthalten, d. h. die Flüssigkeit über dem Niederschlage erscheint nach dem Kochen noch blau. Nun sind Beimengungen von 1 Proz. Bierhefe kaum als absichtliche aufzufassen, weil sie für den Preßhefenverfälscher praktisch wertlos sind. Es kann sich hier nur um eine Beimengung handeln, die seinerzeit einmal der bezogenen Stellhefe sich mitgeteilt hatte, und Spuren von Bierhefen halten sich lange in aufeinanderfolgenden Generationen von Gemischen.

Fig. 125.

Einhorns Gärungs-Saccharometer (Rapp, Meiningen).

Sehr empfehlenswert ist die Vorprüfung auf Bierhefe nach Herzfeld. In einem Einhornschen Gärungssaccharometer (Fig. 125) werden je 10 ccm 1 proz. Melitrioselösung und 10 ccm abgekochtes Wasser mit 1 g Hefe gut gemischt, ohne Luftblase eingefüllt und nach Absperrung des offenen Schenkels mit Quecksilber bei 30° 24 Stunden der Gärung überlassen. Ergibt die Differenz beider Versuche eine Kohlensäureentwickelung bei einem 5 ccm haltenden Schenkelrohr des Einhornschen Saccharometers von 2 bis höchstens 2,5 ccm, so ist die Hefe frei von Bierhefe. Ist die abgelesene Zahl größer, dann ist die Hefe wegen Bierhefenzusatzes verdächtig und muß nach Bau weiter geprüft werden. Ist die Kohlensäureentwickelung gleich 4,5 oder mehr, dann ist Bierhefe sicher vorhanden.

Zur Sicherung des Resultats der Herzfeld-Bauschen Prüfung möchte der Verfasser aber dringend empfehlen, die Lindnersche Tröpfchenkultur mit der Hefe auszuführen. Läßt die Bausche Prüfung irgend einen Zweifel, dann wird das mikroskopische Bild der Sproßverbände sicher Klarheit schaffen. Da in ganz seltenen Fällen die Oberhefe und Unterhefe ähnliche Wachstumsformen zeigen, so kann wieder die Bausche Methode den Zweifel heben. Der Verfasser selbst kann sagen, daß ihn die Tröpfchenkultur noch nicht im Stiche

gelassen hat; die Übung läßt bald sehr sicher Ober- und Unterhefe in den Sproßverbänden unterscheiden. Dann aber leistet die Tröpfchenmethode mehr, weil sie die quantitative Beimengung an Bierhefe zu zählen gestattet, während die Melitriosemethode nur zwischen großen Erfahrungszahlen schätzen läßt. Zum Schlusse möchte der Verfasser den Wunsch äußern, daß man sich in Fachkreisen ein für allemal auf einen bestimmten Gang der Untersuchung und auf gewisse Methoden einigte, mit deren allgemeiner Anwendung die Unsicherheit in der Vergleichbarkeit der Resultate schwinden würde, da doch noch da und dort wenn auch ähnliche aber doch verschiedene Prüfungsmethoden in Gebrauch sind. Eine Einigung auf diesem Gebiete bedeutete einen Fortschritt. Der Verfasser würde vorschlagen: Triebkraftbestimmung nach Hayduck, in besonderen Fällen Backprobe des Verbandes Deutscher Hefenfabrikanten; Prüfung auf zugesetzte Stärke, quantitativ nach der Schlämmmethode und qualitativ mit dem Mikroskop; die Tröpfchenkultur nach Lindner, die qualitativ und quantitativ den Gehalt an toten Zellen, Bierhefe, Preßhefe, wilder Hefe ergibt, und eventuell die Herzfeld-Bausche Melitriosemethode der Prüfung auf Bierhefe.

3. Ihre Erzeugnisse.

I. Die Hauptprodukte.

Wie schon erwähnt, sind die Hauptprodukte des „Gärung" genannten Vorganges Alkohol und Kohlensäure.

a) Der Äthylalkohol

entstammt meist der Zersetzung der Hexosen, Glukose und Fruktose. Nach der Gärungsgleichung ergibt sich aus 100 Tln. Glukose eine theoretische Ausbeute von 51,14 Alkohol und 48,86 Kohlensäure, Zahlen, die im Betriebe nicht erreicht werden, da ein Teil des Zuckers in anderweitiger Zersetzung verbraucht wird. Obwohl schon verschiedentlich andere Gewinnungsmethoden vorgeschlagen worden sind, so ist doch bis jetzt fast ganz die Gärung der Lieferant des Alkohols. Der Äthylalkohol bildet rein eine leicht bewegliche, stark lichtbrechende Flüssigkeit ohne besonderen Geruch und Geschmack; je reiner er ist, desto „neutraler" soll er sich dem Geruchssinn und Geschmackssinn darbieten. Seine prozentische Zusammensetzung ist:

Kohlenstoff	52,12 Proz.
Wasserstoff	13,14 „
Sauerstoff	34,74 „

und entspricht der Formel C_2H_6O. Mit Wasser in jedem Verhältnis mischbar, zeigt er die merkwürdige Eigentümlichkeit, begierig Wasser aufzunehmen und sich, dabei erwärmend, zusammenzuziehen.

Dadurch erklärt sich der Umstand, daß sich nicht Alkoholmischungen mit Wasser von bestimmtem Gehalt errechnen lassen, ohne dieser Kontraktion Rechnung zu tragen. 50 Vol. Alkohol und 50 Vol. Wasser geben 96,4 Vol. Gemisch, in denen also die 50 Vol.-Tle. Alkohol zu 51,90 Vol.-Proz. enthalten sind. Wenn hier von Alkohol die Rede ist, so ist darunter absoluter 100proz. Alkohol zu verstehen, der wohl im Moment der Herstellung erhalten wird, aber sofort wieder einige Zehntel Wasser anzieht. Die Gemische von Alkohol und Wasser haben für jedes Mischungsverhältnis ganz bestimmte

spezifische Gewichte, aus denen wieder auf den Alkoholgehalt der Flüssigkeit genauestens geschlossen werden kann (s. Alkoholometrie). Bei 15° hat der Alkohol ein spez. Gew. von 0,79425 und siedet 100proz. bei 78,3°.

Aus der Verschiedenheit der Siedepunkte von Wasser und Alkohol ergibt sich wieder die Möglichkeit der Gewinnung und Bestimmung von Alkohol in Gemischen mit Wasser. Je mehr Alkohol diese enthalten, desto mehr nähert sich der Siedepunkt derselben dem des absoluten Alkohols; je mehr Wasser das Gemisch enthält, desto größere Annäherung zeigt dessen Siedepunkt an den des Wassers. Doch entsenden diese erwärmten siedenden Gemische vielmehr Alkoholdampf als Wasserdampf, der deshalb bloß kondensiert zu werden braucht, um den Alkohol ziemlich hochprozentig zu erhalten: ein Prozeß, der der Spiritusdestillation zugrunde liegt und bei jeder Probedestillation beobachtet werden kann. Solange die Verbindungsteile mit dem Kühler noch kalt sind, kondensieren sich die Wasserdämpfe, und es geht zuerst fast hochprozentiger Alkohol über. Die Spiritusgewinnung stellt sich so als eine fortwährende Verdampfung und Kondensation dar, bei der, je länger der Weg, desto mehr Wasserdampf kondensiert und so dem Alkoholdampf entzogen wird.

Durch rein technische Arbeit der wiederholten Destillation läßt sich nur Alkohol von 97 bis 97,5 Vol.-Proz. erhalten; den Rest an Wasser gibt er nur her, wenn chemische, wasserentziehende Mittel zu Hilfe genommen werden (z. B. metallisches Natrium nach vorheriger Entziehung der Hauptrestmenge Wasser durch gelöschten Kalk, und andere wie entwässerter Kupfervitriol, geschmolzenes Chlorcalcium). So wird ein nahezu 100proz. Alkohol erhalten, der aber rasch Wasser anzieht.

Gegen Kälte ist Alkohol sehr widerstandsfähig; er erstarrt erst bei — 112° und dient deshalb für Kältethermometer zur Füllung statt des schon früher erstarrenden Quecksilbers.

Technisch ist der Alkohol von größter Bedeutung, teilweise als Ausgangsmaterial wie bei der Chloroform-, Äther- und Essigdarstellung und anderen, teilweise — und das ist ein Hauptanteil — als Lösungsmittel, das zudem den Vorzug hat, sich je nach Umständen leicht wieder gewinnen zu lassen. Eine wichtige Rolle spielt der Alkohol auch als Wärmelieferant und Lichterzeuger. 1 kg 100proz. Alkohols liefert bei der Verbrennung etwa 7060 Kalorien (Wärmeeinheiten); er verbrennt mit kaum leuchtender bläulicher Flamme zu Kohlensäure und Wasser. Die große Wärmeentwickelung des verbrennenden Alkohols bot auch die Grundlage zu der heute schon hoch entwickelten Beleuchtungsindustrie mit Spiritusgasglühlicht und zu den Heizungsapparaten für den Hausgebrauch. Auch für den Motorbetrieb ist er mit Erfolg herangezogen worden.

Durch schwache ungenügende Oxydation geht der Alkohol langsam über Aldehyd in Essigsäure über, weshalb auch feinst gereinigte Alkohole bei einigem Stehen wieder eine saure Reaktion zeigen und Gärungen unter starker Luftzufuhr daran reiche Destillate liefern. Für lebende Organismen ist der Alkohol wegen seiner wasserentziehenden Wirkung ein tödliches Gift; er läßt Eiweiß und deshalb auch das eiweißähnliche Plasma der Zellen gerinnen. Hemmt er so die Entwickelung von Bakterien und verhindert die Fäulnis, so genügen andererseits Prozentgehalte von 20 Proz., um sogar seine Erzeugerin, die Hefe, lahm zu legen, jedenfalls infolge Einwirkung auf das Plasma der Zellen. Über seine Einwirkung in verdünntem Zustande auf den mensch-

lichen Organismus herrschen große Meinungsverschiedenheiten. Tatsache ist, daß er belebend auf die Herztätigkeit wirkt und somit auf das Allgemeinbefinden. Während nun ein Teil der Physiologen an eine bleibende Giftwirkung auch der kleinsten Dosen glauben zu sollen meint, ist ein anderer Teil der Ansicht, daß der genossene Alkohol denselben Weg geht, wie die aufgenommenen Nahrungsmittel, daß er größtenteils verbrannt und zum kleinsten Teil ausgeatmet wird. Tatsache ist seine eiweißsparende Wirkung z. B. bei Fieberzuständen, bei denen er an Stelle der Körperreservestoffe verbrannt wird. Jedenfalls kann er mäßig genossen niemals die von Abstinenzlerseite ihm zugedachten augenblicklichen und zukünftigen Verheerungen anrichten, da sonst das Menschengeschlecht schon längst ausgestorben wäre. Denn in den Uranfängen geschichtlicher Überlieferung ist der Gebrauch von alkoholhaltigen Flüssigkeiten verbürgt, deren Herstellung also uralt und deren Gebrauch somit erklärlich ist. So wenig der Alkohol ein notwendiges Genußmittel ist, so gewiß ist er — mäßig und individuell genossen — der altbekannte und besungene Sorgenbrecher.

Erwähnenswert ist die Eigenschaft des Alkohols, mit Säuren angenehm riechende Verbindungen zu bilden, sogenannte Ester, in der Industrie Fruchtäther genannt. Diese finden sich in geringen Mengen in jeder Gärung; enthalten diese ja in der Technik immer Säuren, die sich mit dem entstehenden Alkohol in statu nascendi zu den Estern in geringen Mengen vereinigen können. Auch gibt es ja Hefen, „Fruchtätherhefen", die besonders viel davon bei der Gärung erzeugen.

Die Gewinnung und Reinigung des Alkohols aus der Gärung ist, wie oben erwähnt, ermöglicht durch die Verschiedenheit der Siedepunkte von Wasser und Alkohol und durch die Tatsache, daß beim Sieden von Alkoholwassergemischen immer mehr Alkohol als Wasser verdampft und dieser so durch Kondensation des Wasserdampfes angereichert werden kann. Der aus der Gärung direkt gewonnene Alkohol heißt Rohspiritus, weil er noch eine Menge Verunreinigungen enthält, die um so größer ist, je niederprozentiger das Destillat gewonnen und je mehr während der Gärung gelüftet wird.

Der Rohspiritus ist deshalb einer Reinigung zu unterziehen, bei der er auf 45 bis 48 Vol.-Proz. mit Wasser verdünnt, nochmals destilliert und in Fraktionen aufgefangen wird.

Die Arbeit der Gewinnung des Alkohols hängt mit der Fabrikation der Hefe zusammen und wird deshalb dort besprochen werden.

b) Die Kohlensäure.

Nach der Gärungsgleichung $C_6H_{12}O_6 = 2\,C_2H_6O + 2\,CO_2$ entstehen auf je 51,14 Tln. Alkohol 48,86 Tle. Kohlensäure.

Wenn nun im laufenden Steuerjahr 1910/1911 in Deutschland rund 350 000 000 Liter Alkohol erzeugt wurden, die etwa 280 000 000 kg entsprechen, so wurden bei deren Fabrikation nahezu ebensoviel Kilogramm Kohlensäure, etwa 270 000 000 kg frei.

Die Kohlensäure entsteht auch sonst in großen Mengen als Ausscheidungsprodukt der tierischen oder pflanzlichen Atmung (siehe Malzbereitung).

Sie ist ein farbloses Gas von eigentümlichem, schwach säuerlichem Geruch und Geschmack. Ihr spez. Gew. ist auf Luft = 1 bezogen = 1,529; 1 cbm wiegt also 1965 g oder rund 2 kg. Obige, der deutschen Alkoholerzeugung

entsprechende Menge von rund 270 000 000 kg Kohlensäure stellt demnach die stattliche Zahl von 135 000 000 cbm oder 135 000 000 000 Liter Kohlensäure dar. Der größte Teil dieser Kohlensäure entweicht ungenützt in die Atmosphäre. Erst neuerdings hat man sich darangemacht, wenigstens in der reinen Brennerei in geschlossenen Gärbottichen zu vergären, die entstehende Kohlensäure abzusaugen, durch Wasser zu leiten, so zu waschen, von dem mitgerissenen Alkohol zu befreien und das Gas dann zu komprimieren. So einfach die Sache aussieht, so wenig leicht geht die Verwirklichung in der Praxis, wozu noch die Tatsache kommt, daß in flüssiger Kohlensäure schon ein großes Angebot besteht, also nicht viel zu verdienen ist.

Die Kohlensäure ist infolge ihrer Schwere im Verhältnis zu Luft dadurch gefährlich, daß sie in niederen Gärräumen über den Rand des Gärbottichs sofort zu Boden sinkt und dort sich ansammelt.

Da sie weder die Atmung noch die Verbrennung zu unterhalten vermag, so kann sie — wie das im Herbst da und dort in Weinkellern geschieht und auch schon in kleinen Brennereien vorgekommen ist — Menschen gefährlich werden. Ihre Anwesenheit in Räumen ist leicht daran zu erkennen, daß ein eingelassenes Licht erlischt. Luft mit einem Gehalt an Kohlensäure von 1 Proz., beginnt schon zu belästigen. Ein Gehalt von 2 bis 3 Proz. verursacht bereits Erstickungserscheinungen. Der Säurecharakter bei der Kohlensäure ist bei niederen Temperaturen sehr schwach ausgeprägt, weshalb sie sehr leicht aus ihren Verbindungen ausgetrieben wird. Anders in großer Hitze, bei der sie in ihren Salzen selbst starke Säuren zu vertreiben, zu verdrängen vermag.

Wasser nimmt bei gewöhnlichem Atmosphärendruck und Zimmertemperatur etwa das gleiche Volumen Kohlensäure auf und reagiert dann schwach und nur vorübergehend auf Lackmuspapier. Bei niederer Temperatur nimmt das Wasser mehr auf, z. B. bei 4° schon sein 1,5faches Volumen. Die Löslichkeit in Wasser steigt proportional dem Druck, so daß bei 4 Atm. das Wasser sein vierfaches Volumen dieses Gases auflöst. Bei Druckausgleich entweicht die Kohlensäure wieder bis auf die bei gewöhnlichem Druck lösliche Menge, die nur durch längeres Schütteln zu entfernen ist. Alkohol nimmt bei 0° und 760 mm Druck schon das $4^1/_3$fache seines Volumens auf; wässeriger Alkohol weniger, aber nicht regelmäßig abnehmend, entsprechend dem sinkenden Alkoholgehalt.

Bei 35 Atm. Druck und 0° verflüssigt sich die Kohlensäure zu einer Flüssigkeit, die, vom Druck befreit, so rasch verdampft, daß die hierbei erforderliche Verdunstungswärme, der flüssigen Kohlensäure entzogen, diese fest werden läßt. Der Schmelzpunkt der festen Kohlensäure liegt bei — 57° C, der Siedepunkt der flüssigen bei — 80°.

In ihren Salzen spielt die Kohlensäure eine wichtige Rolle in der Natur und in der Industrie.

II. Die Nebenerzeugnisse.

Die theoretische Ausbeute an Alkohol und Kohlensäure wird, wie erwähnt, nie erreicht. Bald nachdem die Gärung dem Studium der großen Chemiker und Physiologen des vorigen Jahrhunderts unterzogen wurde, war eine der ersten Feststellungen die Tatsache, daß neben Alkohol und Kohlensäure eine

Anzahl anderer Körper entstehen, die nicht bloß die Ausbeute an Alkohol verringern, sondern diesen auch verunreinigen.

a) Das Fuselöl und seine Zusammensetzung.

Je nach Art der Rohstoffe, Reinheit und Art der Gärung bilden sich diese Körper, die man unter dem Sammelbegriff „Fuselöl" zusammenfaßt und die stärkste Verunreinigung des gewonnenen Rohspiritus bildet. Das Fuselöl ist eine wasserhelle bis gelbliche Flüssigkeit von unangenehmem, die Atmungswege reizendem Geruch. Das spez. Gew. liegt etwa bei 0,83 und wechselt mit der Zusammensetzung des Gemisches. Die ersten Anteile des Fuselöls beginnen bei 80 bis 85° überzugehen; die Hauptmasse, die aus Amylalkohol besteht von der Formel $C_5H_{12}O$, destilliert bei etwa 130°. Man sollte nun annehmen, daß bei den Temperaturen der Spiritusdestillation (etwa 104°) der größte Teil dieser verunreinigenden Stoffe nicht in den Alkohol gelangt; doch geht dieser bei 130° siedende Amylalkohol leicht mit Wasserdämpfen über und wird auf diese Weise bei der Reinigung des Rohspiritus zum Schlusse im Fuselöl vollständig bei etwa 104° übergetrieben und gewonnen. Der Amylalkohol der Gärung ist ein Gemisch von zwei der acht möglichen Isomeren, dem Isoamylalkohol und dem optisch aktiven Amylalkohol. Das Verhältnis beider schwankt von etwa 85 : 15 bis 40 : 60 im Melassefuselöl, in dem bis 60 Proz. aktiver Amylalkohol gefunden wurde (Marckwald).

Der durchdringend unangenehme Geschmack des Fuselöls zwingt zu ganz durchgreifender Entfernung desselben aus dem Rohspiritus, wenn dieser in reinen Alkohol übergeführt werden soll. Der Verfasser konnte in Maisspiritus und Melassespiritus die größten Fuselölzahlen erhalten, und zwar vor 15 Jahren etwa solche von maximal 0,6 bis 0,8 Proz. In dem Maße als die Lehren der reinen Gärführung Eingang fanden und besonders auch die alten Apparate durch neue Brennapparate ersetzt wurden, also die Gewinnung hochprozentiger Ware ermöglicht wurde, gingen die Fuselölgehalte bedeutend zurück und betragen heute maximal 0,4 Proz. Das Fuselöl wirkt stärker berauschend als der Äthylalkohol und wird schwerer verbrannt, weshalb die Nachwirkung des Genusses starkfuseligen Branntweins eine länger dauernde ist.

Das Fuselöl hat — früher ein ziemlich wertloses Nebenprodukt — heute einen ziemlich hohen Wert; es findet in der chemischen Industrie weiteste Verwendung. Das brauchbare Lösungsmittel Amylacetat wird aus ihm hergestellt, dann die verschiedenen Fruchtäther und auch in Rohform wird es als Lösungsmittel stark gebraucht. Im Fuselöl wurden folgende Körper nachgewiesen:

Fuselölbestandteile	Siedepunkt
Isopropylalkohol	82,1°
Propylalkohol	97,4°
Butylalkohol	117,0°
Isobutylalkohol	108,4°
Amylalkohol, optisch aktiv	128,7°
Isoamylalkohol	131,1°
Acetal	102,9°
Furfurol, Äthyl u. Amylester der flüchtigen Säuren	etwa 162,0°

Windisch hat 1892 eingehende Untersuchungen von Fuselölen veröffentlicht (Arbeiten des Kaiserl. Gesundheitsamtes 1892, Bd. 8), nach denen in 1 kg des äthylalkohol- und wasserfreien Fuselöls folgende Körper aufzufinden waren. Interessant ist dabei die Zusammensetzung des Kornfuselöls, das doch gewiß einen großen Anteil an der Geschmacksbildung des so beliebten Kornbranntweins hat.

Bestandteile pro kg	Kartoffelfuselöl g	Kornfuselöl g
Normalpropylalkohol	68,54	36,90
Isobutylalkohol	243,50	157,60
Amylalkohol	687,60	758,50
Hexylalkohol	—	1,33
Freie Fettsäuren	0,11	1,60
Fettsäureester	0,20	3,05
Terpen	—	0,33
Terpenhydrat	—	0,48
Furfurol und Basen	0,05	0,21

Das Aroma des Kornbranntweins dürfte demnach mit dem Gehalt seines Fuselöls an Terpen und Terpenhydrat zusammenhängen, die in großer Verdünnung wirklich das Kornaroma hervorzubringen vermögen. Die Säuren (frei und in den Estern) sind für beide Fuselöle die gleichen und auch in ziemlich gleichen Mengen vorhanden (Kaprinsäure, Pelargonsäure, Kaprylsäure, Kapronsäure, Buttersäure, Essigsäure). Die Frage, welchen speziellen Vorgängen bei der Gärung die Fuselöle entstammen, ist nicht ganz umfassend beantwortet. Die Befunde der Praxis haben nun schon lange einen Zusammenhang der Fuselölbildung vermuten lassen, nicht mit der Vergärung des Zuckers, sondern mit der Verarbeitung der Eiweißstoffe und Fette. Sehr fuselarm erwies sich meist der Kartoffelrohspiritus, als fuselreich die Ware aus Maisbrennereien oder Hefenfabriken. Bei ersteren wäre neben dem Stickstoffgehalt oft noch viel Fett vorhanden, in den letzteren dürfte die Eiweißgabe ausschlaggebend sein. Die Forschungen haben nun auch das deutlich bewiesen, daß sicher der Stickstoffvorrat in der Maische eine Rolle bei der Fuselölbildung spielt. Man muß sogar nach den Arbeiten von Ehrlich-Berlin annehmen, daß die Fuselöle einer alkoholischen Eiweißgärung entstammen. Sie hängen also vermutlich indirekt mit der Eiweißspaltung beim Atmungsprozeß zusammen, bei der Zucker frei wird und eine Reihe von Stickstoffkörpern, von denen z. B. die Aminosäuren sich nach Ehrlich in höhere Alkohole umwandeln. Ehrlich gelang der Nachweis, daß die Eiweißspaltungsprodukte durch die Hefentätigkeit eine Zersetzung dahingehend erleiden, daß außer Kohlensäure noch Alkohole, Aldehyde und Säuren entstehen. Diese wären dann vielleicht für die Hefe nicht weiter brauchbare Reste dieser Vorgänge. Reine Zuckerlösungen, mit Reinhefe vergoren, ergeben fast fuselfreie Gärung; geringe Zusätze von Aminosäuren zeitigen sofort Fuselölbildung. Hat doch auch Lindner gezeigt, daß die Hefe mehr oder weniger stark die Eiweißzerfallprodukte ihrer Tätigkeit wieder zu assimilieren vermag. Buchner und Meisenheimer haben nun in ebenfalls langen Versuchsreihen die Ehrlichschen Arbeitsergebnisse bestätigt, so daß heute mit Sicherheit angenommen werden kann, daß die Fuselölbildung mit der Eiweißspaltung zu-

sammenhängt, die sich eben als eine neue Seite des Gärungsvorganges darstellt, als alkoholische Eiweißgärung. Diese müßte aber direkt mit der Atmung zusammenhängen, die eine durch Lüftung besonders gereizte, vermehrte Eiweißspaltung und damit Zellenaufbau, Hefenvermehrung liefert, aber damit auch eine wachsende Menge von nicht weiter für die Hefe verwendbaren Körpern, den Gärungsnebenprodukten, an denen der gewonnene Spiritus aus stark gelüfteten Gärungen sehr reich ist. Die Nebenprodukte sind also in ihrer Bildung so gut wie unabhängig von der zymatischen Arbeit der Hefe.

b) Der Acetaldehyd, C_2H_4O.

Dieser stete Begleiter des Alkohols ist an seinem stechenden Geruch leicht zu erkennen und, da er ein Oxydationsprodukt des Alkohols während der Gärung ist, auch in dem Rohspiritus der Lüftungshefengärungen am reichlichsten enthalten. Rein stellt er eine farblose, lichtbrechende Flüssigkeit dar, die bei 21° siedet und ein spez. Gew. von 0,7889 hat. Der Acetaldehyd ist also leicht flüchtig und deshalb bei der Reinigung von Rohspiritus in den zuerst überdestillierenden Mengen enthalten (Vorlauf). Er nimmt gern noch mehr Sauerstoff auf und bildet dann Essigsäure.

c) Die Essigsäure, $C_2H_4O_2$.

Sie findet sich in allen Gärungen als Produkt derselben; außerdem kann sie leicht durch Oxydation des sich bildenden oder gebildeten Alkohols entstehen. Essigsäure bildet sich deshalb auch bei jeder chemischen Oxydation des Alkohols, besonders leicht und reichlich durch die Tätigkeit bestimmter Spaltpilze aus alkoholhaltigen Flüssigkeiten. Im reinen Zustande stellt die Essigsäure eine farblose, stechend riechende Flüssigkeit dar, die scharf sauer schmeckt und die Haut blasenbildend angreift.

Sie erstarrt bei oder unter 0° zu einer festen Kristallmasse, schmilzt dann erst wieder bei 16 bis 17° und siedet bei 118°. Das spez. Gew. ist 1,0515 (15° C). Mischbar in jedem Verhältnis mit Wasser, zieht sie sich anfänglich dabei so stark zusammen, daß das spez. Gew. zunimmt, bis die Lösung einem Hydrat, $C_2H_4O_2 + H_2O$, entspricht, d. h. bis sie ein spez. Gew. von 1,0754 (15°) hat und etwa 77 Proz. wasserfreie Säure enthält. Bei weiterer Verdünnung nimmt das spez. Gew. wieder ab, so daß eine 50proz. Säure das gleiche spez. Gew. wie wasserfreie Säure hat.

d) Die Buttersäure, $C_4H_8O_2$.

Sie stellt in reinem Zustande eine farblose, stark saure Flüssigkeit dar, die scharf nach Schweiß riecht, bei 162° siedet und ein spez. Gew. von 0,988 bei 15° hat. Die Buttersäure entstammt einer besonderen Zersetzung von Zucker durch die Buttersäurepilze, bei der meist Wasserstoff abgespalten wird. In geordneten Betrieben ist sie nicht mehr anzutreffen; sie reizt in ganz geringen Mengen, ähnlich wie Ameisensäure, Baldriansäure und Kapronsäure, wohl die Hefe, ist ihr aber doch mehr ein Feind, sobald nennenswerte Mengen sich zeigen, die dann allerdings die Gegner der Hefe, die Spaltpilze, stärker angreifen. Zu bemerken kann sie eigentlich nur noch bei der Hefensatzbereitung sein, wovon weiter unten die Rede sein wird.

e) Das Glycerin, $C_3H_8O_3$, und die Bernsteinsäure, $C_4H_6O_4$.

Diese beiden Körper waren es, die Pasteur zuerst als ständige Begleiter der Gärung feststellte und zwar in Mengen, die ein bestimmtes Verhältnis beider vermuten lassen. Über die Entstehung beider sind die Ansichten sehr wenig übereinstimmend. Während die einen das Glycerin entstanden wissen wollen durch enzymatische Spaltung der Fette durch Lipase, hält z. B. Effront dessen Bildung für eine Folgeerscheinung der Tätigkeit ermüdeter Hefe, da er in antiseptisch (z. B. mit Fluoraten) behandelten Gärungen einen Rückgang der Glycerin- und Bernsteinsäurebildung beobachten konnte. Ehrlich-Berlin ist in seinen Arbeiten zu der Ansicht gelangt, daß Bernsteinsäure sich mit dem Fuselöl aus der weitgehendsten Proteïnverarbeitung bilde, d. h. wie dieses eine Folge des Ammoniakbedarfs der Hefe sei. Nach ihm dürfte sich die Bernsteinsäure aus Glutamin bilden. Sicher scheint zu sein, daß beide, Glycerin und Bernsteinsäure, als ständige Begleiter alkoholischer Gärung das gleiche Ausgangsmaterial haben, wohl unvermeidbare Gäste sind und, wie die Fuselöle, dem Stickstoffbedarf der Hefe ihre Bildung verdanken.

Die Bernsteinsäure besteht rein aus bei 185° schmelzenden, luftbeständigen, geruchlosen Kristallen, die sich zu 5 Proz. in Wasser von 16° und zu 100 Proz. in kochendem Wasser, schwer in Alkohol, schwerer in Äther lösen. Sie bildet mit Eisen ein unlösliches, zimtbraunes Oxydsalz.

Das Glycerin ist rein eine sirupartige, süße Flüssigkeit vom spez. Gew. 1,26 bei 20°. Seinem süßen Geschmack verdankt es die Ableitung seines Namens vom griechischen *γλυκύς* = süß. Unter gewöhnlichem Druck siedet es nur unter gleichzeitiger Zersetzung, weshalb es zur Hauptreinigung zuerst mit gespanntem Dampf übergetrieben — es ist mit gespannten Wasserdämpfen flüchtig — und dann im luftverdünnten Raum unter oder bei 200° überdestilliert wird.

Das Glycerin, unlöslich in Äther, mischt sich in jedem Verhältnis mit Wasser und Weingeist und ist stark wasseranziehend, woraus sich seine Verwendung in der Kosmetik erklärt. Das Glycerin liefern heute vielfach die Seifenfabriken, die für die Mehrzahl ihrer Seifen nur Fettsäure verarbeiten, gewonnen bei vorhergehender Spaltung der Neutralfette durch die Lipase des Ricinussamens oder durch Kochen mit verdünnten Säuren unter Druck und Beigabe von Katalysatoren. Sonst ist es das Hauptnebenprodukt der Stearinsäurefabrikation.

f) Die Milchsäure, $C_3H_6O_3$.

Ihre Gegenwart in gärenden Flüssigkeiten ist teils absichtlich gewollt, teils unwillkommen eine Folge von bakterieller Tätigkeit. Die Vermutung oder Annahme, daß Milchsäure das Zwischenglied der Zuckervergärung ist, hat Buchner nach seiner neuesten Forschung fallen lassen. Gewisse Spaltpilze erzeugen aus Zucker Milchsäure, vielleicht nach der einfachen Formel: $C_6H_{12}O_6 = 2\,C_3H_6O_3$. Da im Gärungsbetrieb vielfach nur Maltose für die Milchsäurebildung in Betracht kommt und für die Milchsäurepilze ein der Zymase der Hefe entsprechendes Enzym nachgewiesen wurde, so müßte die Maltose auch zuerst in die Hexose übergeführt werden. Die Milchsäure ist verschiedentlich im Pflanzen- und Tierkörper nachgewiesen. Diejenige, die sich in der Muskelflüssigkeit vorfindet, die Fleischmilchsäure, ist aber optisch aktiv, und zwar rechtsdrehend, verhält sich jedoch sonst genau wie die Gärungs-

milchsäure, die mit ihr die Formel gemeinsam hat. Die Gärungsmilchsäure wird als Schutzmittel für die Hefe sehr geschätzt und deshalb in der Hefenfabrikation beider Verfahren künstlich erzeugt durch die Tätigkeit eines Spaltpilzes. Da die direkten Zusätze von technischer Gärungsmilchsäure den Erfolg bei gleichen Säuregraden nicht haben wie die in der Maische erzeugte, so muß die Bildung derselben Begleitumstände haben, unter denen man ganz besonders eine abbauende Wirkung auf die vorhandenen Eiweißstoffe suchen zu müssen glaubt. Der Verfasser muß sogar nach seinen langjährigen Beobachtungen der Praxis dies als Tatsache betrachten.

Die reine Milchsäure, eine dicke, wasserhelle Flüssigkeit von rein saurem Geschmack und dem spez. Gew. 1,2485 bei 15°, erstarrt bei niederer Temperatur, um erst wieder bei + 18° zu schmelzen. Sie ist nur unter Luftverdünnung unzersetzt destillierbar, mischt sich aber in jedem Verhältnis mit Wasser, Alkohol und Äther. Die Milchsäure wird durch oben erwähnte künstliche Pilzsäurung gewonnen, wobei, da die Pilze bei einem bestimmten Säuregrad ihre Tätigkeit einstellen, stets die entstandene Säure wieder durch Zinkoxyd neutralisiert wird. Je nach Wahl der Nährstoffe, Getreide oder Molken, Melasse usw. muß eine entsprechende Pilzart und Temperatur gewählt werden. Stickstoffzufuhr ist nötig und kann auch in Ammoniaksalzen erfolgen. Das Zinksalz wird mit Schwefelwasserstoff zersetzt, die Flüssigkeit eingedampft. Meist wird für technische Zwecke die Säure durch Kreide abgestumpft, wobei dann beim Eindampfen der aufgekochten filtrierten Säurung bei genügender Konzentration das Kalksalz auskristallisiert. Noch einmal umkristallisiert wird dasselbe mit Schwefelsäure zersetzt und die vom Gips getrennte Flüssigkeit, die die Milchsäure enthält, eingedampft.

So sehr es nun zu begrüßen gewesen wäre, an Stelle der organischen Säurung die direkte sichere Ansäurung mit technischer Milchsäure zu setzen, so wenig erlauben die Erfolge, dabei zufrieden zu sein. Da die Pilzsäurung heute nach ihrem genauen Studium selbst für die kleinsten Betriebe keinerlei Schwierigkeit mehr macht, so wird die technische Milchsäure kaum nennenswerterweise in Betracht kommen

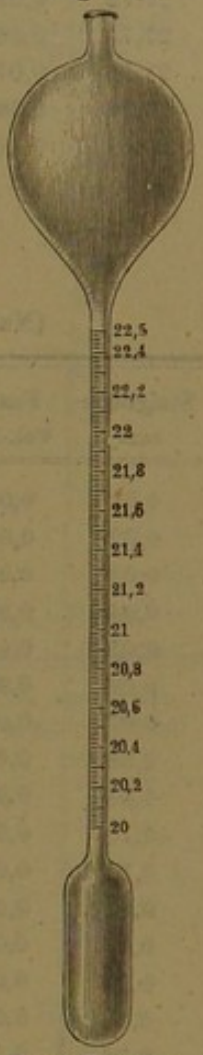
III. Die Bestimmung und Untersuchung des gewonnenen Alkohols.

Hier kommt meist nur die Untersuchung des gereinigten Rohspiritus in Betracht, da der Rohspiritus, wo er als solcher zur Verwendung gelangt, nicht nach seinem quantitativen Gehalt an den verschiedenen Gärungsnebenprodukten, sondern nur nach seinem Alkoholgehalt berechnet und verkauft wird. Durch die Reichsbranntweinsteuergesetzgebung steht der ganze Verkehr mit Alkohol in jeder Form unter staatlicher Kontrolle und regelt sich so nach der amtlichen Feststellung. Diese erfolgt durch Wägung der Alkoholmenge, Spindelung derselben mit dem Gewichtsalkoholometer, Umrechnung auf Normaltemperatur und wahre Gewichtsprozente und Umrechnung dieser in wahre Volumprozente, d. i. Liter 100proz. Alkohols oder Liter reinen Alkohols (r. A.).

Wo es sich aber um Bestimmung des Grades der Verunreinigung handelt, kommt nur, wie oben erwähnt, gereinigte Ware in Betracht. Soweit der Alkohol nicht als Trinkbranntwein gebraucht wird, muß er für die technischen Zwecke der Industrie und des öffentlichen Verkehrs vergällt, also mit Zu-

sätzen versehen werden, die ihn dauernd ungenießbar machen. Dann sind aber seine Verunreinigungen, wenn normale Ware vorliegt, belanglos. Anders bei dem Alkohol, der zum Konsum kommt, oder für besondere industrielle Zwecke einen bestimmten Reinheitsgrad haben muß. Bemerkt sei hier, daß der Handel alle ungereinigte Ware „Rohspiritus“ nennt, solche, die Reinigung durchgemacht hat, „Sprite“. Unter diesen wird wieder unterschieden in Weinsprit (gewonnen aus über Kohle filtriertem Rohspiritus), Primasprit (aus Kartoffelrohspiritus z. B.), Feinsprit (meist aus Lufthefenrohspiritus), Sekundasprit und Alkohol, zwei Übergangsqualitäten zu Fein- und Primasprit.

Fig. 126.



Röses Fuselölbestimmungsapparat.

a) Der Nachweis des Fuselöls

kann qualitativ nach verschiedenen Methoden vorgenommen werden. Uffelmann läßt 200 ccm von dem auf 20 Vol.-Proz. verdünnten Alkohol mit 20 ccm wasserfreiem Chloroform ausschütteln und nach deren Verdunstung auf Geruch des Rückstandes prüfen. Verschiedene Staatsanstalten und Pulverfabriken verlangen, daß 50 ccm des Sprit mit 1 ccm Kalilauge bis auf 5 ccm verdunstet einen Rückstand ergeben, der, mit verdünnter Säure angesäuert, nicht nach Fuselöl riechen darf. In vielen Fällen vermögen Geruch und Geschmack der Ware schon Aufschluß zu geben und sind oft noch ausschlaggebend, wenn der chemische Befund einwandfreie Ware dartut.

Quantitativ bestimmt wird das Fuselöl nach der amtlich angenommenen Röseschen Methode. Dieselbe basiert auf der Beobachtung, daß beim Schütteln von Spiritus oder Sprit mit etwas Schwefelsäure und Chloroform dieses um so mehr an Volumen zunimmt, je fuselhaltiger die Ware ist. Sein Apparat ist nebenstehend abgebildet (Fig. 126). Wenn diese Probe einwandfreie Resultate ergeben soll, so ist eine große Reihe von Momenten zu beachten, die ausschlaggebend sind auf das Resultat.

In den in Wasser von 15° eingehängten Apparat bringt man ohne Bespülung der Wände reinstes wasserfreies Chloroform genau bis zur untersten Marke, fügt nun, bei 15° gemessen, 100 ccm des zu untersuchenden Spiritus oder Sprit zu, der vorher genau auf 30 Vol.-Proz. bei 15° eingestellt wurde, und außerdem noch genau 1 ccm Schwefelsäure vom spez. Gew. 1,286 bei 15°. Mit dem Stöpsel verschlossen, bleibt nun der Apparat in Wasser von 15° hängen, bis er mit seinem Inhalt diese Temperatur hat. Dann rasch herausgenommen und äußerlich abgetrocknet, wird der in die große Kugel gelassene Inhalt 150 mal gut durchgeschüttelt. In das Wasser wieder eingehängt wird der Apparat fortwährend gedreht, bis das Chloroform genau nach einer Stunde so weit zusammengeflossen ist, daß es abgelesen werden kann. Bei einer Kontrollprobe mit notorisch reinstem Sprit stellt man die normale Volumzunahme des Chloroforms fest und notiert sich die Stelle der Skala. Die größere Zunahme bei einem zu untersuchenden Sprit wird abgelesen und gibt mit 2,22 vervielfacht den Fuselölgehalt von 100 Gew.-Tln. wasserfreien Alkohols, oder man verwendet nachstehende zwei Tabellen zur direkten Ablesung des Fuselölgehalts.

Tabelle VII.

Abgelesen ccm	Fuselöl Vol.-Proz.	Abgelesen ccm	Fuselöl Vol.-Proz.	Abgelesen ccm	Fuselöl Vol.-Proz.	Abgelesen ccm	Fuselöl Vol.-Proz.
21,64	0,0	21,82	0,1194	22,00	0,2387	22,18	0,3581
21,66	0,0133	21,84	0,1326	22,02	0,2520	22,20	0,37135
21,68	0,0265	21,86	0,1459	22,04	0,26525	22,22	0,3846
21,70	0,0398	21,88	0,15914	22,06	0,2785	22,24	0,3979
21,72	0,05305	21,90	0,1724	22,08	0,2918	22,26	0,4111
21,74	0,0663	21,92	0,1857	22,10	0,3050	22,28	0,4244
21,76	0,0796	21,94	0,1989	22,12	0,3183		
21,78	0,0928	21,96	0,2122	22,14	0,3316		
21,80	0,1061	21,98	0,2255	22,16	0,3448		

Tabelle VIII.

Ermittelung des Fuselölgehaltes.

(Nach den Beobachtungen im Kaiserlichen Gesundheitsamt.)

Steighöhe ccm	Fuselöl Vol.-Proz.	Steighöhe ccm	Fuselöl Vol.-Proz.	Steighöhe ccm	Fuselöl Vol.-Proz.	Steighöhe ccm	Fuselöl Vol.-Proz.
0,01	0,0066	0,18	0,1194	0,35	0,2321	0,52	0,3448
0,02	0,0133	0,19	0,1260	0,36	0,2387	0,53	0,3514
0,03	0,0199	0,20	0,1326	0,37	0,2454	0,54	0,3581
0,04	0,0265	0,21	0,1393	0,38	0,2520	0,55	0,3647
0,05	0,0332	0,22	0,1459	0,39	0,2586	0,56	0,3713
0,06	0,0398	0,23	0,1525	0,40	0,2652	0,57	0,3780
0,07	0,0464	0,24	0,1591	0,41	0,2719	0,58	0,3846
0,08	0,0531	0,25	0,1658	0,42	0,2785	0,59	0,3912
0,09	0,0597	0,26	0,1724	0,43	0,2851	0,60	0,3979
0,10	0,0663	0,27	0,1790	0,44	0,2918	0,61	0,4045
0,11	0,0729	0,28	0,1857	0,45	0,2984	0,62	0,4111
0,12	0,0796	0,29	0,1923	0,46	0,3050	0,63	0,4168
0,13	0,0862	0,30	0,1989	0,47	0,3117	0,64	0,4244
0,14	0,0928	0,31	0,2055	0,48	0,3183	0,65	0,4310
0,15	0,0995	0,32	0,2122	0,49	0,3249	0,66	0,4377
0,16	0,1061	0,33	0,2188	0,50	0,3316		
0,17	0,1129	0,34	0,2255	0,51	0,3382		

Je nach dem Fuselölgehalt der Proben verwendet man Apparate, deren Teilung von 20 bis 26 ccm in Teilchen von 0,05 ccm geht oder von 20 bis 22,5 ccm in Teilchen von 0,02 ccm. Zur Herstellung des 30 Vol.-Proz. bei 15° genau enthaltendem Spiritus oder Sprit hat Windisch nebenstehende zwei Tabellen (IX und X) aufgestellt.

Von den Hauptbedingungen für ein genaues Resultat der Arbeit seien erwähnt: 1. Befreiung des Alkohols von adsorbierter Kohlensäure durch Kochen am Rückflußkühler; 2. genaue Einstellung auf 30 Vol.-Proz. = 24,68 Gew.-Proz. bei 15°; 3. absolute Reinheit des Apparates; 4. absolute Einhaltung der Temperatur von 15° während der ganzen Arbeit; 5. Ablesung der Chloroformschicht nach einstündigem Belassen der geschüttelten Probe im Wasser von 15°; 6. Bestimmung der Normalzunahme des Chloroforms bei reinstem Sprit für jeden

Apparat; 7. bei fuselarmen Spriten Abdestillieren von 1 Liter über 100 g trockener Potasche; sind $^3/_4$ Liter übergegangen, die fuselfrei sind, Auffangen von weiteren 100 ccm; Zugabe von $^1/_4$ Liter Wasser und Abdestillieren von weiteren 100 ccm; Vereinigen beider 100 ccm, Verdünnen auf 30 Vol.-Proz. und Behandeln wie sonst.

Tabelle IX.

Verminderung der Stärke auf 24,68 Gew.-Proz. = 30 Vol.-Proz.

Zu 100 ccm Branntwein von Gew.-Proz.	sind zuzusetzen Wasser ccm	Zu 100 ccm Branntwein von Gew.-Proz.	sind zuzusetzen Wasser ccm
24,8	0,5	25,8	4,4
24,9	0,9	25,9	4,8
25,0	1,3	26,0	5,2
25,1	1,7	26,1	5,6
25,2	2,0	26,2	5,9
25,3	2,4	26,3	6,3
25,4	2,8	26,4	6,7
25,5	3,2	26,5	7,1
25,6	3,6	26,6	7,5
25,7	4,0	26,7	7,9

Tabelle X.

Erhöhung der Stärke auf 24,68 Gew.-Proz. = 30 Vol.-Proz.

Zu 100 ccm Branntwein von Gew.-Proz.	sind zuzusetzen absoluter Alkohol ccm	Zu 100 ccm Branntwein von Gew.-Proz.	sind zuzusetzen absoluter Alkohol ccm
22,7	3,20	23,7	1,58
22,8	3,04	23,8	1,42
22,9	2,88	23,9	1,26
23,0	2,71	24,0	1,09
23,1	2,55	24,1	0,93
23,2	2,39	24,2	0,77
23,3	2,23	24,3	0,61
23,4	2,07	24,4	0,45
23,5	1,90	24,5	0,29
23,6	1,74	24,6	0,12

b) Der Nachweis von Aldehyd.

Je mehr Luft bei der Gärung zugegen war, desto mehr Aldehyd ist im Rohspiritus. Er siedet ja schon nieder, so daß man glauben könnte, ihn längst los zu haben, wenn der Alkohol beginnt, überzugehen. Er ist deshalb nicht bloß der treueste Begleiter des Rohspiritus, sondern auch der unangenehmste des Sprit. Eine lange üblich gewesene Probe mit einer Fuchsinlösung, die mit schwefliger Säure entfärbt war, ist als unsicher verlassen. Für besser gilt die Probe mit ammoniakalischer Silberlösung, die aus 10 Proz. wässeriger Silbernitratlösung hergestellt ist durch Zugabe von so viel Ammoniak, daß der entstandene Niederschlag sich gerade wieder löst: 10 ccm Sprit und 1 ccm

dieser Silberlösung dürfen, im kochenden Wasserbad 10 Minuten gelassen, keine Silberausscheidung ergeben. Die schärfste Prüfung ist die mit salzsaurem Metaphenylendiamin. 1 ccm frisch bereiteter farbloser heißer Lösung in ausgekochtem Wasser gibt man zu 10 ccm Sprit in einem Porzellanschälchen. An der Berührungsstelle bildet sich in 2 bis 3 Minuten eine gelbe bis gelbrote Zone, manchmal bemerkt man auch eine grünliche Fluoreszenz. Noch 0,0005 Proz. Aldehyd lassen sich so nachweisen.

c) Der Nachweis von Furfurol.

Nach Jorisson gibt furfurolhaltiger Sprit (10 ccm) mit 10 Tropfen farblosen Anilins (eventuell frisch destilliert) versetzt auf Zugabe von 2 bis 3 Tropfen konzentrierter reiner Salzsäure Rotfärbung. Nach Heim müssen einige Tropfen Anilin am Boden ungelöst bleiben, um das Furfurol aufzunehmen und mit der Salzsäure zu reagieren.

d) Der Nachweis von Säuren.

Zu gleichen Teilen mit Wasser verdünnter Sprit, durch Kochen am Rückflußkühler von Kohlensäure befreit (am besten mindestens 200 ccm), soll mit Lackmustinktur oder Phenolphtaleïn neutrale Reaktion ergeben. Ist Säure vorhanden, wird diese mit $^1/_{10}$ n-Natronlauge titriert. Da sich auch im feinsten Sprit beim Stehen wieder Spuren von Säure bilden, so ist wohl allgemein ein Verbrauch von 0,8 ccm $^1/_{10}$ n-Natronlauge für 100 ccm auf 200 verdünnten Sprits, also ein Gehalt von 0,0048 Essigsäure als Grenze anzusehen. Beste Ware gibt aber noch niederere Zahlen bis zur neutralen Reaktion.

e) Der Nachweis von Estern.

100 ccm genau neutralisierter Sprit werden mit Kalilauge von genau bekanntem, titriertem Gehalt 10 Minuten am Rückflußkühler gekocht und dann das Ganze mit $^1/_{10}$-Normalsäure und Phenolphtaleïn zurücktitriert. Meist wird nun angegeben, wieviel Alkali zur Verseifung verbraucht wurde.

f) Allgemeine Beurteilung von Rohspiritus und Sprit.

Ein Branntwein muß, ob gereinigt oder ungereinigt, wasserhell, farblos sein und mindestens 82 Gew.-Proz. haben; je mehr, desto besser. Besonders bei Rohspiritus ist häufig eine Färbung zu finden, wenn z. B. zu rasch destilliert wurde und Maischteilchen in den Rohspiritus gelangt sind. Da der Rohspiritus alle Verunreinigungen enthält, die wir als Nebenprodukte der Gärung bezeichnen, und das um so mehr, je niederprozentiger er gewonnen wird, so gibt die rein äußerliche Prüfung von Rohspiritus schon ziemlich viel Anhaltspunkte über seine Qualität. Mit Wasser verdünnt, wird man mit einiger Übung sogar die Rohstoffe angeben können, aus denen der Spiritus gewonnen wurde. Bei dieser Verdünnung tritt häufig eine Trübung der Mischung ein, besonders bei stärker fuselhaltiger Ware. Bei einem bestimmten Verdünnungsgrade scheiden sich die Fuselöle aus. Wie oben schon bemerkt, sind die Fuselölgehalte des Rohspiritus in dem Maße zurückgegangen, als die alten Brennapparate durch neue ersetzt wurden und so die Gewinnung hochprozentiger Ware ermöglicht wurde. Verbessernd auf die Qualität des Roh-

spiritus wirkten auch die Fortschritte, die, auf Forschungen der Institute gestützt, eine durchgreifende Reinheit der Gärführung bedeuten. Auch für die Erzeugung von Kornbranntwein nach den neuen Vorschriften des Steuergesetzes möchte der Verfasser raten, eher hochprozentig als niederprozentig abzutreiben. Die aromatischen Produkte, die den Wert bzw. Geschmack des Branntweins ausmachen, gehen dann um so weniger vermischt mit allen möglichen Fuselölbestandteilen über. So kann der Verfasser erwähnen, daß von kleinen Brennereien der Herkunft nach richtiger „Korn“ geliefert wird, der aber, mit nur 58 Gew.-Proz. abgetrieben, durch die mitübergegangenen Fuselöle bedeutend an Wert verliert, weil diese den Geschmack und Geruch des Kornaromas ganz verdecken. Während vor 15 bis 20 Jahren mit den Apparaten älterer Konstruktion vielfach Rohware gewonnen wurde, die bis zu 0,8 Proz. Fuselöl aufwies, ist dieser Gehalt jetzt mit den neuen Apparaten ganz bedeutend gesunken und erreicht selten noch 0,3 bis 0,4 Proz.; meist beträgt er nur noch 0,1 bis 0,2 Proz. Allerdings ist der Preis für Fuselöl heute so hoch, daß es in den Reinigungsanstalten kein so unlieber Gast mehr wie früher ist.

Der Handel kennt nun außer Rohspiritus noch an gereinigter Ware verschiedene Qualitätsabstufungen, je nachdem der Rohspiritus vor der Reinigung über Kohle filtriert wurde oder nicht. Außerdem sind natürlich die in den ersten Stunden übergehenden Fraktionen nicht so rein wie der sogenannte Mittellauf. Zuerst gehen im Vorlauf die meisten Verunreinigungen über (Aldehyd, Furfurol); der dann folgende Anteil, im Handel „Alkohol“ genannt, ist schon hochprozentig, aber nicht frei von den Vorlaufprodukten. Meist wird dann noch eine Fraktion, „Sekundasprit“, gewonnen, ehe der „Feinsprit“ in seinen verschiedenen Abstufungen gezogen wird. Meist wird heute Feinsprit der Mittellauf aus Lufthefen-, Melasse-, Mais-Spiritus genannt, Primasprit derjenige aus Kartoffelrohspiritus, der das feinste Rektifikat liefert. Um für besonders feine Zwecke (feine Liköre, Parfümerien) die entsprechende Ware zu erhalten, wird entweder der verdünnte Rohspiritus über Holzkohle filtriert (Weinsprit, Mittellauf dieser Rektifikation) oder der Mittellauf der unfiltrierten Rohware wird dann noch über Kohle getrieben (filtrierter Primasprit).

Die Rektifikate müssen absolut farblos, hell sein. Weinsprit und filtrierter Primasprit sollen frei von jeglicher Verunreinigung in bestimmbaren Mengen sein. Fuselöl, Aldehyd, Furfurol, Säure dürfen weder in diesen beiden Sorten noch auch bei normalem „Feinsprit“ sich nachweisen lassen. Anders in „Sekunda“ und „Alkohol“, die schon besonders an Vorlaufprodukten, weniger an Fuselöl deutliche Mengen enthalten. Wenn auch in vielen Fällen bei den feinsten Marken Geruch und Geschmack bei der Begutachtung durch den Fachmann eine Rolle spielen, so möchte der Verfasser auf Grund langjähriger Erfahrungen doch folgende Prüfungen empfehlen, die ein rasches Urteil über den Grad der Reinigung zulassen. Besonders wertvoll ist die Kaliumpermanganatprobe. Verwendet wird für Feinsprit eine Lösung 1:1000, für filtrierten Primasprit und Weinsprit eine solche von 0,2:1000. Versetzt man 10 ccm des Sprit mit 1 ccm der Permanganatlösung, so gibt die Schnelligkeit, mit der die Rotfärbung in ein noch ins Rötliche spielendes Gelb übergeht, ein sehr sicheres Kriterium über den Grad der Reinigung. Feinsprit darf keinesfalls vor 20 Minuten diesen Farbenumschlag geben; Primasprit und Weinsprit ebenso mit der dünneren Permanganatlösung; je mehr sich

die Dauer der Entfärbung dem Zeitraum einer Stunde nähert, als desto feiner gilt die Ware.

Zu diesen Proben kann ruhig der unverdünnte Sprit genommen werden, der meist zwischen 96 und 97 Vol.-Proz. hat. Die Resultate stimmen sehr gut nach des Verfassers langjährigen Erfahrungen überein mit den Ergebnissen eingehendster Prüfung.

Ein rektifizierter Spiritus (Weinsprit, Primasprit) darf so gut wie keinen Rückstand beim langsamen Verdampfen von 100 g hinterlassen, Feinsprit nicht mehr als 0,01 bis 0,02 Proz.; gut ist auch die Fuselölprobe (s. oben) durch Eindampfen von 50 ccm Sprit mit 1 ccm Kalilauge auf etwa 5 ccm und Ansäuern mit verdünnter Schwefelsäure, wobei sich kein Fuselölgeruch zeigen darf; weiter die Furfurolprobe und die Säureprobe. Dazu werden 200 ccm Sprit mit etwas Phenolphtaleïn versetzt und mit $^1/_{10}$ n-Natronlauge titriert. Für Feinsprit dürfen nicht mehr als 1,6 ccm Natronlauge verbraucht werden, einem Essigsäuregehalt von 0,0048 Proz. entsprechend. Für Primasprit und Weinsprit soll sich neutrale Reaktion ergeben, das heißt, der erste Tropfen muß Rotfärbung erzeugen. Wiederholt möchte der Verfasser die Zuverlässigkeit der Permanganatprobe betonen, die einen sicheren Gradmesser der Reinheit des Rektifikats darstellt.

g) Die Untersuchung des Fuselöls.

Erwähnt sei hier noch die Untersuchung des Fuselöls, wie es, in den Reinigungsanstalten gewonnen, zum Verkauf gelangen darf. Und zwar sei darüber einiges mitgeteilt, weil auch bei der Erzeugung von Rohspiritus das teuere Fuselöl jetzt gewonnen wird. Das Gesetz schreibt vor, daß es mindestens 75 Proz. an Fuselöl enthält. Nachstehend die Vorschriften des Branntweinsteuergesetzes über die Fuselöluntersuchung.

α) Untersuchung auf den Gehalt an Fuselöl. Zur Verwendung gelangt eine Chlorcalciumlösung vom spezifischen Gewicht 1,225 bei 15° (25 g des Salzes wasserfrei und 75 ccm Wasser) und ein Meßzylinder, der eine Marke bei 30 ccm Befüllung hat und von da bis 40 ccm in $^1/_{10}$ ccm geteilt ist. Zuerst wird bis Marke 30 ccm die Chlorcalciumlösung eingefüllt, dann bis Marke 40 das zu untersuchende Fuselöl und nun das Ganze kräftig geschüttelt. Nachdem man durch öfteres Bewegen und Aufstoßen des Zylinders auf die Handfläche das Fuselöl nach oben gebracht hat, wird abgelesen. Die Chlorcalciumlösung darf nur eine Volumzunahme bis 32,5 zeigen, was 7,5 ccm reinem Fuselöl der Probe entspricht.

β) Untersuchung auf Alkoholgehalt. 50 ccm der Fuselölprobe werden mit 100 ccm der Chlorcalciumlösung in einem Scheidetrichter ausgeschüttelt; die Salzlösung wird abgelassen und das Fuselöl noch zweimal mit einer Menge von 50 ccm derselben ausgeschüttelt. Die Chlorcalciumlösungen werden gemischt und davon 100 ccm abdestilliert. Im Destillat wird pyknometrisch (spez. Gew.) oder mit dem Lutterprober der Alkoholgehalt bestimmt.

Durchschnittlich verlangen heute die fuselölkaufenden Fabriken ziemlich wasser- und alkoholfreies Fuselöl, so daß in den meisten Fabriken darauf hin gearbeitet werden muß. Das beim Abbrennen des Nachlaufes gewonnene oder bei der Rohspiritusgewinnung erhaltene Fuselöl wird in besonderen Behältern gelagert, bis sich die zwei Schichten gebildet haben und das Wasser-Alkohol-

gemisch abgezogen werden kann. Etwas Wasser und Alkohol hält das Fuselöl immer zurück.

IV. Die Alkoholometrie.

Diese beruht auf der Tatsache, daß eine Alkohol-Wassermischung jeder Konzentration ein ganz bestimmtes spezifisches Gewicht hat, so daß aus diesem sehr genau der Alkoholgehalt bestimmt werden kann. Schon sehr früh wurden (1794 von Blagden und Gilpin in England) im Auftrage der englischen Regierung diese alkoholometrischen Untersuchungen unternommen und für Preußen von Tralles nachgeprüft und umgearbeitet (1811). Für Frankreich sind heute noch die Arbeiten von Gay-Lussac von 1824 maßgebend.

Für Deutschland hat Brix die früheren Zahlen revidiert und Tabellen berechnet, die heute die Grundlage für die Steuerbehörde bilden, wenn dieselbe — da seit 1887 der Branntwein beim Übergang in den Verkehr einer Reichssteuer unterliegt — die Menge des Spiritus oder Sprit feststellen will. Wie oben schon erwähnt, wird der Spiritus oder Sprit gewogen, weshalb die amtlichen Alkoholometer Gewichtsprozente angeben. Die Alkoholometeranzeige in Gewichtsprozenten wird in wahre Prozente der Normaltemperatur und dann weiter in Volumenliter 100 proz. Alkohols (100 Liter r. A.) umgerechnet.

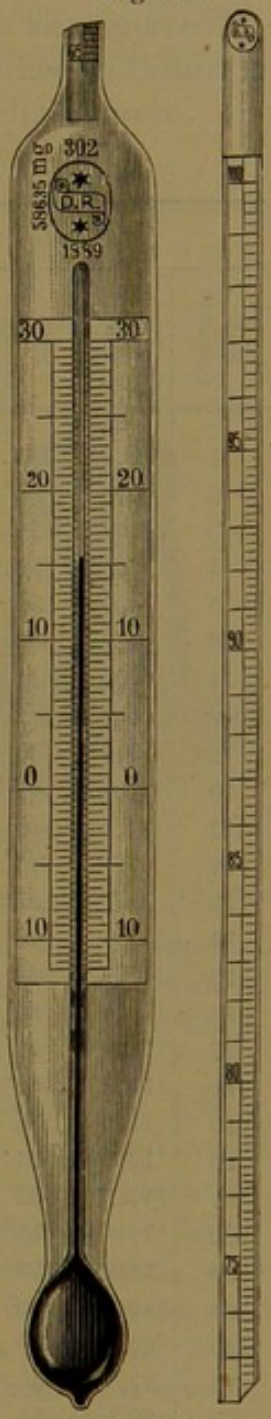
Die Tafeln für die steueramtlichen Ermittelungen sind bei Julius Springer, Berlin, zu 1,50 ℳ zu haben.

Das spezifische Gewicht des reinsten Alkohols bei 15° ist 0,79425 (das des Wasser = 1,0000), so daß mit steigendem Wassergehalt des Alkohols sein spezifisches Gewicht sich immer mehr dem des Wassers nähert.

Die Bestimmung des spezifischen Gewichtes geschieht mit gläsernen Spindeln, die im Senkkörper einen Thermometer und oben eine Skala haben, so daß Temperatur und spezifisches Gewicht abgelesen werden können.

Amtlich im Gebrauch sind nur staatlich geeichte Alkoholometer (Fig. 127), die ein Thermometer nach Celsius im Senkkörper und im oberen Teil eine Skala enthalten, die direkt die Gewichtsprozente abzulesen gestattet. Aus diesen Angaben, auf Normaltemperatur laut amtlicher Tabellen reduziert, wird dann erst die dem abgewogenen Spiritus entsprechende Menge an 100 gew.-proz. Alkohol ermittelt und daraus erst werden weiter nach den amtlichen Tabellen die Volumprozente ermittelt.

Fig. 127.



Alkoholometer mit Thermometer.

Zur Umrechnung der Gewichtsprozente verschiedener Temperaturen auf Normaltemperatur, also auf „wahre Gewichtsprozente", kann vom Verein der Spiritusfabrikanten, Abteilung Glasbläserei, ein Umrechner nach Art der Rechenschieber bezogen werden.

Bei Umrechnungen von Gewichts- in Maßprozente ist zu beachten, daß für erstere die Normaltemperatur 15°, für letztere 15,5° gilt.

Für Zwecke, bei denen es weniger auf Genauigkeit als darauf ankommt, schnell die den Angaben des Gewichtsalkoholometers entsprechenden Maßprozente kennen zu lernen, sei die folgende Tabelle XI wiedergegeben, bei der die Zehntelprozente entsprechend zu interpolieren sind.

Tabelle XI.

Auszug aus den Tafeln zur Umwandlung wahrer Maßprozente Alkohol in wahre Gewichtsprozente Alkohol, und umgekehrt; nach den amtlichen Zahlen der Normal-Eichungskommission berechnet von Dr. F. Plato.

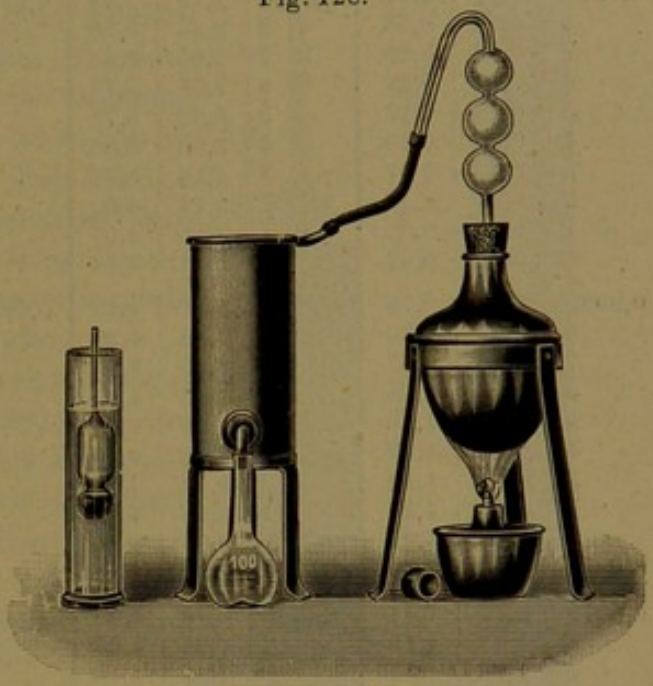
I.						II.					
Maß-prozente	Gewichts-prozente	Maß-prozente	Gewichts-prozente	Maß-prozente	Gewichts-prozente	Gewichts-prozente	Maß-prozente	Gewichts-prozente	Maß-prozente	Gewichts-prozente	Maß-prozente
1	0,8	35	29,0	69	61,4	1	1,2	35	41,8	69	76,0
2	1,6	36	29,9	70	62,4	2	2,5	36	42,9	70	76,9
3	2,4	37	30,7	71	63,5	3	3,7	37	44,1	71	77,8
4	3,2	38	31,6	72	64,6	4	5,0	38	45,2	72	78,7
5	4,0	39	32,5	73	65,7	5	6,2	39	46,3	73	79,6
6	4,8	40	33,4	74	66,8	6	7,5	40	47,3	74	80,4
7	5,6	41	34,3	75	67,9	7	8,7	41	48,4	75	81,3
8	6,4	42	35,2	76	69,0	8	9,9	42	49,5	76	82,1
9	7,3	43	36,1	77	70,1	9	11,2	43	50,6	77	83,0
10	8,1	44	37,0	78	71,2	10	12,4	44	51,6	78	83,8
11	8,9	45	37,9	79	72,4	11	13,6	45	52,7	79	84,7
12	9,7	46	38,8	80	73,5	12	14,8	46	53,7	80	85,5
13	10,5	47	39,7	81	74,7	13	16,1	47	54,8	81	86,3
14	11,3	48	40,6	82	75,9	14	17,3	48	55,8	82	87,1
15	12,1	49	41,5	83	77,0	15	18,5	49	56,8	83	87,9
16	13,0	50	42,5	84	78,2	16	19,7	50	57,8	84	88,7
17	13,8	51	43,4	85	79,4	17	20,9	51	58,9	85	89,5
18	14,6	52	44,4	86	80,7	18	22,1	52	59,9	86	90,3
19	15,4	53	45,3	87	81,9	19	23,3	53	60,9	87	91,0
20	16,3	54	46,3	88	83,1	20	24,5	54	61,9	88	91,8
21	17,1	55	47,2	89	84,4	21	25,7	55	62,8	89	92,5
22	17,9	56	48,2	90	85,7	22	26,8	56	63,8	90	93,3
23	18,8	57	49,2	91	87,0	23	28,0	57	64,8	91	94,0
24	19,6	58	50,2	92	88,3	24	29,2	58	65,8	92	94,7
25	20,5	59	51,2	93	89,7	25	30,4	59	66,7	93	95,4
26	21,3	60	52,2	94	91,0	26	31,5	60	67,7	94	96,1
27	22,1	61	53,2	95	92,4	27	32,7	61	68,7	95	96,8
28	23,0	62	54,2	96	93,9	28	33,9	62	69,6	96	97,5
29	23,8	63	55,2	97	95,3	29	35,0	63	70,5	97	98,1
30	24,7	64	56,2	98	96,8	30	36,2	64	71,5	98	98,8
31	25,5	65	57,2	99	98,4	31	37,3	65	72,4	99	99,4
32	26,4	66	58,2	100	100,0	32	38,5	66	73,3	100	100,0
33	27,3	67	59,3			33	39,6	67	74,2		
34	28,1	68	60,3			34	40,7	68	75,1		

Für alle anderen Zwecke verweist der Verfasser auf die amtlichen Tabellen, die alles Wissenswerte enthalten und nach denen sich der ganze Verkehr mit Alkohol jeder Art abspielt.

V. Die Untersuchung von vergorenen Maischen, Würzen und Rückständen der Fabrikation auf Alkohol.

Nach der Vergärung ist es sehr zu empfehlen, die Maischen und Würzen auf ihren Alkoholgehalt zu prüfen, um an Hand dieser Bestimmung zu wissen, ob der Spiritusdestillierapparat technisch fehlerlos arbeitet.

Fig. 128.



Kleiner Probe-Destillierapparat.

Die einfachste und sicherste Art dieser Probe ist die der Destillation einer kleinen Menge Maische oder Würze. Die Frage, ob dazu blank filtrierte vergorene Maische verwendet werden soll oder eine Probe derselben, wie sie im Gärbottich vorhanden ist, ist wohl zugunsten der letzteren zu beantworten. Im Lüftungsverfahren liegt ja an und für sich nach der Entfernung der Hefe eine blanke Flüssigkeit vor; im alten Verfahren aber eine solche, in der die Hülsen der verwendeten Rohstoffe (Treber) suspendiert sind. Verwendet man also zur Alkoholbestimmung die blank filtrierte Maische, so ist für die Treber eine Korrektur anzubringen, da die vergorene Maische mit den Trebern zum Abbrennen in den Destillierapparat gelangt. Die Menge der Treber kann aber nur geschätzt werden, so daß es durchaus richtig ist, für die Prüfung im alten Verfahren eine gute Durchschnittsprobe mit den Trebern abzudestillieren.

Zu der Probe dient der obenstehend (Fig. 128) abgebildete kleine Destillierapparat. Aus 100 ccm der Maische oder Würze, mit 100 ccm Wasser verdünnt, werden in ein vor den Kühlerauslauf gelegtes 100 ccm-Meßkölbchen 100 ccm abdestilliert und, auf 15° gebracht, eventuell auf 100 ccm mit destilliertem Wasser aufgefüllt. Von dem gut durchgeschüttelten Destillat wird pyknometrisch das spezifische Gewicht bestimmt und aus der umstehenden Tabelle von Windisch der Alkoholgehalt in Volumprozenten abgelesen. Oder — was für technische Zwecke hinreichend genau ist — man spindelt die 100 ccm Destillat in einem dem Apparat beigegebenen kleinen Zylinder mit einem der sogenannten Lutterprober, kleinen Alkoholometern, deren Skala von 0 bis 3, 3 bis 6, 6 bis 9, 9 bis 12 Vol.-Proz. geht, in $^1/_5$-Grade geteilt ist und für 15,5° C gilt. Man erfährt so die Menge Alkohol in Volumprozenten, die in 100 ccm Maische oder Würze enthalten ist, und kann danach ausrechnen, wieviel Alkohol in der Gesamtmenge Maische oder Würze vorhanden ist und bei der Destillation sich ergeben muß. Ganz erreichen auch die besten

Tabelle XII.

Spez. Gew. des Destillats	Gew.-Proz. Alkohol	Maßprozente Alkohol	Spez. Gew. des Destillats	Gew.-Proz. Alkohol	Maßprozente Alkohol	Spez. Gew. des Destillats	Gew.-Proz. Alkohol	Maßprozente Alkohol	Spez. Gew. des Destillats	Gew.-Proz. Alkohol	Maßprozente Alkohol
1,0000	0,00	0,00									
0,9999	0,05	0,07	0,9949	2,79	3,49	0,9899	5,83	7,26	0,9849	9,28	11,50
8	0,11	0,13	8	2,84	3,56	8	5,89	7,34	8	9,35	11,59
7	0,16	0,20	7	2,90	3,64	7	5,96	7,42	7	9,42	11,68
6	0,21	0,27	6	2,96	3,71	6	6,02	7,50	6	9,50	11,77
5	0,26	0,33	5	3,02	3,78	5	6,09	7,58	5	9,57	11,86
4	0,32	0,40	4	3,08	3,85	4	6,15	7,66	4	9,65	11,95
3	0,37	0,47	3	3,14	3,93	3	6,22	7,74	3	9,72	12,05
2	0,42	0,53	2	3,19	4,00	2	6,28	7,82	2	9,80	12,14
1	0,48	0,60	1	3,25	4,07	1	6,35	7,90	1	9,87	12,23
0	0,53	0,67	0	3,31	4,14	0	6,41	7,99	0	9,94	12,32
0,9989	0,58	0,73	0,9939	3,37	4,22	0,9889	6,48	8,07	0,9839	10,02	12,41
8	0,64	0,80	8	3,43	4,29	8	6,55	8,15	8	10,10	12,50
7	0,69	0,87	7	3,49	4,36	7	6,61	8,23	7	10,17	12,59
6	0,74	0,93	6	3,55	4,43	6	6,68	8,31	6	10,25	12,69
5	0,80	1,00	5	3,60	4,51	5	6,75	8,40	5	10,32	12,78
4	0,85	1,07	4	3,66	4,58	4	6,81	8.48	4	10,40	12,88
3	0,90	1,14	3	3,72	4,65	3	6,88	8,56	3	10,48	12,97
2	0,96	1,20	2	3,78	4,73	2	6,95	8,64	2	10,55	13,06
1	1,01	1,27	1	3,84	4,80	1	7,02	8,73	1	10,63	13,16
0	1,06	1,34	0	3,90	4,88	0	7,08	8,81	0	10,71	13,25
0,9979	1,12	1,41	0,9929	3,96	4,95	0,9879	7,15	8,89	0,9829	10,78	13,34
8	1,17	1,48	8	4,02	5,03	8	7,22	8,98	8	10,86	13,44
7	1,23	1,54	7	4,08	5,10	7	7,29	9,06	7	10,96	13,53
6	1,28	1,61	6	4,14	5,18	6	7,36	9,15	6	11,01	13,63
5	1,34	1,68	5	4,20	5,25	5	7,42	9,23	5	11,09	13,72
4	1,39	1,75	4	4,26	5,33	4	7,49	9,32	4	11,17	13,82
3	1,45	1,82	3	4,32	5,40	3	7,56	9,40	3	11,25	13,91
2	1,50	1,88	2	4,39	5,48	2	7,63	9,48	2	11,33	14,01
1	1,56	1,95	1	4,45	5,55	1	7,70	9,57	1	11,40	14,10
0	1,61	2,02	0	4,51	5,63	0	7,77	9,66	0	11,48	14,20
0,9969	1,67	2,09	0,9919	4,57	5,70	0,9869	7,84	9,74	0,9819	11,56	14,29
8	1,72	2,16	8	4,63	5,78	8	7,91	9,83	8	11,64	14,39
7	1,78	2,23	7	4,69	5,86	7	7,98	9,91	7	11,72	14,48
6	1,83	2,30	6	4,75	5,93	6	8,05	10,00	6	11,80	14,58
5	1,89	2,37	5	4,81	6,01	5	8,12	10,09	5	11,88	14,68
4	1,94	2,44	4	4,88	6,09	4	8,19	10,17	4	11,96	14,77
3	2,00	2,51	3	4,94	6,16	3	8,26	10,26	3	12,04	14,87
2	2,05	2,58	2	5,00	6,24	2	8,33	10,35	2	12,12	14,97
1	2,11	2,65	1	5,06	6,32	1	8,41	10,43	1	12,20	15,07
0	2,17	2,72	0	5,13	6,40	0	8,48	10,52	0	12,28	15,16
0,9959	2,22	2,79	0,9909	5,19	6,47	0,9859	8,55	10,61	0,9809	12,36	15,26
8	2,28	2,86	8	5,25	6,55	8	8,62	10,70	8	12,44	15,36
7	2,34	2,93	7	5,32	6,63	7	8,69	10,79	7	12,52	15,46
6	2,39	3,00	6	5,38	6,71	6	8,76	10,88	6	12,60	15,55
5	2,45	3,07	5	5,44	6,79	5	8,84	10,96	5	12,68	15,66
4	2,50	3,14	4	5,51	6,86	4	8,91	11,05	4	12,76	15,75
3	2,56	3,21	3	5,57	6,94	3	8,98	11,14	3	12,84	15,85
2	2,62	3,28	2	5,63	7,02	2	9,06	11,23	2	12,92	15,95
1	2,68	3,35	1	5,70	7,10	1	9,13	11,32	1	13,00	16,04
0	2,73	3,42	0	5,76	7,18	0	9,20	11,41	0	13,08	16,14

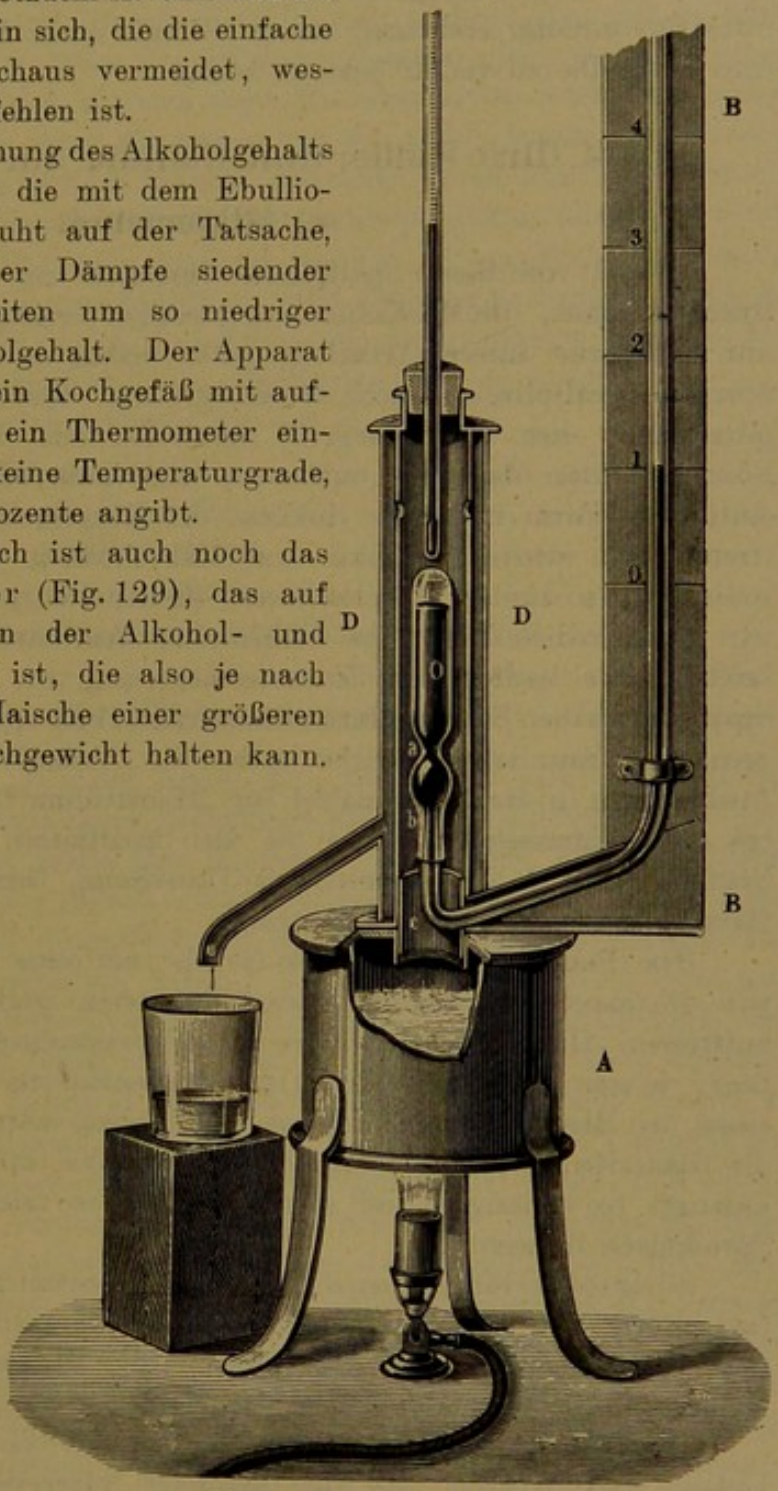
Apparate nicht die theoretische Alkoholausbeute der Maische oder Würze, doch sind diese Differenzen praktisch gleich Null.

Eine Bestimmung des Alkoholgehaltes der vergorenen Maische oder Würze aus dem spezifischen Gewicht der alkoholhaltigen und entgeisteten Flüssigkeit ist natürlich auch möglich. Doch birgt diese Methode — trotzdem sie umständlich ist — auch noch Fehler in sich, die die einfache Destillationsmethode durchaus vermeidet, weshalb diese allein zu empfehlen ist.

Eine weitere Bestimmung des Alkoholgehalts findet man da und dort, die mit dem Ebullioskop. Der Apparat beruht auf der Tatsache, daß die Temperatur der Dämpfe siedender alkoholhaltiger Flüssigkeiten um so niedriger ist, je größer der Alkoholgehalt. Der Apparat Brossard-Vidals ist ein Kochgefäß mit aufgesetztem Rohr, in das ein Thermometer eingehängt wird, das aber keine Temperaturgrade, sondern gleich Spiritusprozente angibt.

Vielfach im Gebrauch ist auch noch das Vaporimeter von Geißler (Fig. 129), das auf die verschiedene Tension der Alkohol- und Wasserdämpfe gegründet ist, die also je nach dem Alkoholgehalt der Maische einer größeren Quecksilbersäule das Gleichgewicht halten kann. Speziell für die Untersuchung von sehr alkoholarmen Flüssigkeiten ist dieses Vaporimeter geeignet. Für Maischen ist es weniger passend, wie überhaupt die Destillationsmethode, wie oben angegeben, die einfachste und genaueste ist.

Fig. 129.



Vaporimeter nach Geißler.

Unter besonderen Verhältnissen kann es angezeigt erscheinen, die Rückstände der Fabrikation, wie sie während des Abtriebes den Destillierapparat verlassen, auf Alkoholgehalt zu untersuchen, um festzustellen, daß der Apparat restlose Arbeit getan hat. Die meisten Brennapparate haben jetzt zwar sogenannte Prober, die es ermöglichen, während des Betriebes fortlaufend zu sehen, ob die den Apparat verlassenden Flüssigkeiten „entgeistet“ sind. Bei normalem Betrieb dürfte also die besondere Probe auf Alkohol in den entgeistet sein sollenden Maischen, Würzen usw. nicht

direkt geboten erscheinen. Vielfach haben aber die zweiteiligen Apparate keinen Prober an der Lutterkolonne, so daß dann eine zeitweilige Destillation einer Probe des abfließenden Lutters angebracht ist. Sie wird genau wie oben für vergorene Maische angegeben vollzogen. Auch eine zeitweilige Kontrolle der abfließenden Schlempe (entgeisteten Maische) und Würze auf Spiritus ist nicht unangebracht, wenn sie auch nach Konstruktion des Apparates für unnötig erscheinen kann. Es gilt auch hier der Grundsatz: lieber eine Kontrolle zu viel als eine zu wenig.

4. Ihre Helfer und Feinde, die Spaltpilze.

a) Allgemeines.

Obwohl von diesen Spaltpilzen eigentlich nur diejenigen für uns in Betracht kommen, die Milchsäure zu erzeugen vermögen, die anderen dagegen nur als Gegner unserer Arbeit zu gelten haben, so dürften doch einige Worte über die Spaltpilze als solche berechtigt sein. Gewöhnlich faßt man die Spaltpilze unter dem Sammelbegriff Bakterien oder Bazillen zusammen. Die Formen, unter denen sie auftreten, sind außerordentlich verschieden. Die einfachste Form ist die der Kokken, der Kugelgestalt. Je nach ihrer Größe trennt man wieder in Mikro- und Makrokokken. Treten die Kugeln paarweise auf, so sind es „Diplokokken", finden sich je vier zusammen, so reden wir von „Pediokokken", bei reihenweiser Aneinanderlagerung von „Streptokokken", bei haufenweiser Zusammenlagerung von „Staphylokokken". Viele Spaltpilze haben Stäbchenform, die kurzen „Bakterien", die langen „Bazillen" genannt. Ganz lange Stäbchen haben die „Fadenform"; solche mit bauchiger Ausbreitung in der Mitte zählen zur „Clostridium"form. Verzweigungen, wie bei den Schimmelpilzen, sind bei den Spaltpilzen nicht herkömmlich, sehr häufig sind z. B. Fadenformen nur Täuschung, hervorgerufen durch kettenförmig aneinanderhängende Stäbchen.

Der Plasmakörper ist meist farblos und ohne besondere Einlagerungen, wie sie manche sogenannte Schwefelbakterien zeigen, die Schwefelkörnchen aufweisen. Die meisten Bakterien sind bewegungsunfähig; wo Bewegung vorliegt, weisen sie Geißeln (Zilien) auf, fadenähnliche Anhängsel, die nach den einen der Membran, nach anderen dem Plasma entspringen. Teilweise bilden die Bakterien Sporen, wie manche Hefen. Was ihre Ernährungsbedingungen anlangt, so verlangen und verarbeiten sie so ziemlich alles, was auch den Sproßpilzen frommt.

Stickstoffverbindungen organischer oder chemischer Herkunft, also Proteïne jeder Form und Ammoniak- und Salpetersäureverbindungen, phosphorsaure und schwefelsaure Salze von Kalium und Magnesium, auch Zucker und Kohlenhydrate überhaupt dienen den Bakterien in genügender Weise.

Teilweise wünschen die Bakterien neutrale bis schwach alkalische Nährböden, viele dagegen, die uns besonders interessieren, wollen ein schwach saures Medium.

Je nach der Art der Bakterien hat ihre Tätigkeit Spaltungen (Milchsäure- und Buttersäuregärung) — Sauerstoffübertragung (Essigsäurebildung) und Sauerstoffentziehung (Salpetersäurevergärung) zur Folge. Damit zusammen hängt das mehr oder weniger ausgesprochene Luftbedürfnis der Bakterien. Wir kennen die „Aëroben", die unbedingt Sauerstoff benötigen, die

„Anaëroben", für die Sauerstoff Gift ist, und die gelegentlichen Anhänger beider Richtungen, die „fakultativen" Anaëroben und Aëroben. Gegen Temperaturen sind die Bakterien weniger empfindlich. Ihre Besttemperaturen liegen meist bedeutend über denen der Sproßpilze.

Gegen die bekannten chemischen Pilzgifte sind die Spaltpilze auch sehr empfindlich, jedenfalls gegen manche mehr als die Sproßpilze, die Hefen. Wie diese vertragen die Bakterien durchschnittlich sehr schlecht ihre eigenen Stoffwechselprodukte; z. B. wachsen die Milchsäurebildner nicht mehr bei einem gewissen Säuregrade. Doch sondern diese Mikroben sicher auch noch andere Stoffwechselprodukte ab, über die wir so gut wie nichts wissen, die wir aber vermuten müssen. So schädigen manche Bakterien durch ihre Gegenwart die Hefe, nicht aber durch die ihres Hauptstoffwechselproduktes allein. Wo nun im Betriebe bestimmte Bakterien benötigt werden, ist natürlich, wie bei der Hefe, die Reinkultur nicht durchführbar, wohl aber die natürliche Reinzucht, die sich von selbst ergibt, wenn dem Feinde die ungünstigsten Bedingungen, dem erwünschten Bakterium aber die günstigsten geboten werden.

Von den Spaltpilzarten kommen für uns in Betracht

die Milchsäurebazillen,
die Buttersäurebazillen,
die Butylalkoholbazillen,
die Essigsäurebakterien,
die Fäulnisbakterien und Wasserbakterien.

b) Die Milchsäurebazillen.

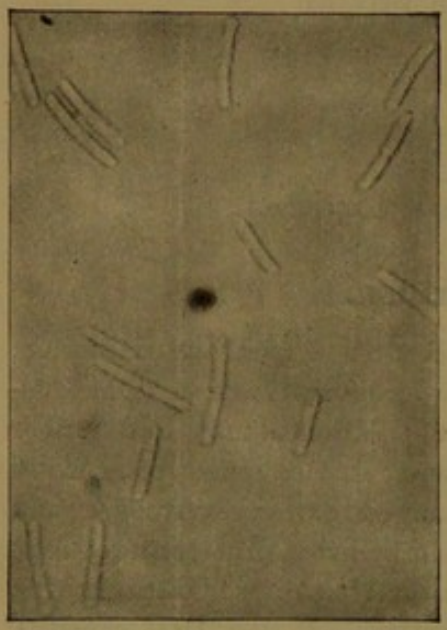
α) Allgemeines. Wie der Name sagt, handelt es sich um Bakterien, die während ihrer Lebenstätigkeit Milchsäure zu bilden vermögen. Das Ausgangsprodukt hierzu ist meist eine Zuckerart. Während man nun früher von dem Milchsäurebazillus sprach, wissen wir heute, daß es eine große Anzahl solcher gibt, die je nach ihrer Herkunft ein anderes Säurungsvermögen und überhaupt andere Eigenschaften haben. Am einfachsten unterscheidet man zwischen Kulturmilchsäurebazillen und den wilden Arten dieser Gattung. Die wilden Milchsäurebildner teilen sich wieder in solche, die der Hefe schädlich und unschädlich sind. Sämtliche sind unbeweglich und unfähig Sporen zu bilden; doch sind sie teilweise Langstäbchen, Kurzstäbchen und Pediokokken, Streptokokken. Wir kennen thermophile (wärmeliebende) Arten, und solche, die niedere Temperatur bevorzugen. Wir unterscheiden auch manche Arten nach der Beschaffenheit des Substrats, auf dem sie gewöhnlich arbeiten. Man kann so mit einer gewissen Berechtigung von Milchsäurebazillen für Maische, Würze, Milch, Melasse, Preßhefe, Bier, Sauerkohl, Sauerteig reden. Außerdem differieren die Arten durch den Grad ihrer Fähigkeit Säure zu bilden und die Art der gebildeten Säure (rechts–links–inaktive Milchsäure). Außerdem gibt es welche, die neben Milchsäure noch andere Säuren, Ameisensäure, Essigsäure, Kohlensäure, sogar Alkohol bilden. Andere Milchsäurebazillen verursachen Schleimbildung, andere sieht man als Ursache der Flockenbildung an.

β) Bacillus Delbrücki. Wie oben schon bemerkt, scheidet man die schädlichen von den unschädlichen Bazillen und stellt unter den letzteren den Bacillus Delbrücki, den Kulturmilchsäurebazillus an erste Stelle, so genannt,

nur weil er im großen reingezüchtet wird für Brennereien und Preßhefenfabriken, sonst aber wild, weitverbreitet vorkommt.

Wie aus der Fig. 130 nach Lindner zu sehen, bildet er in Flüssigkeiten wachsend lange Stäbchen, die etwa 3 bis 7 μ lang und 0,5 bis 0,7 μ breit sind. Auf anderen Nährböden, wie Agar usw., wächst er in besonderen Formen. In der Tröpfchenkultur erzeugt er je nach der Temperatur kleine einzelne Stäbchen bis lange Reihen von aneinanderhängenden Gliedern, letztere besonders bei niederen Temperaturen von etwa 40 bis 45°. Sporen bildet er nicht und hat in Maischen sein Optimum bei 46 bis 47°; bei 55° zeigt er fast keine Entwickelung bzw. Säurung, kann sich aber höheren Temperaturen anpassen. Die Tötungstemperatur liegt für ihn in Flüssigkeiten bei 70° bei einer Einwirkung von 1 Minute und bei 65° bei einer solchen von 5 Minuten. Längere Erwärmung bei 55 bis 60° erträgt er nicht ohne Schwächung. Milchzucker kann er nicht verarbeiten, dagegen Dextrose, Galaktose, Maltose, Lävulose, Rohrzucker und Dextrin. In 20proz. Zuckerlösungen arbeitet er sehr gut, in solchen von 30 bis 35 Proz. wenig mehr. In Getreidemaische kann er mehr als 1,7 Proz. Säure nicht erzeugen. Bei Eiweißarmut der Nährflüssigkeit (Maische) und bei allzu reichlichem Luftzutritt gedeiht er nicht gut.

Fig. 130.



Bacillus Delbrücki, lebend. (1000fach.)

Gegen Alkohol ist er schon bei verhältnismäßig kleinen Dosen (2 bis 4 Proz.) empfindlich, ebenso gegen technische Milchsäure, die ihn mit etwa 0,50 Proz. bereits lahm legt. So hält sich der Pilz längere Zeit auch in Reinkultur nicht in angesäuerter Maische, sondern am besten auf sterilen Trebern getrocknet, wie er auch für lange Reisedauer z. B. ins Ausland zum Versand gelangt.

Seit dem intensiveren Studium dieser Spaltpilztätigkeit sind da und dort Milchsäurebildner isoliert, beobachtet und beschrieben worden, so daß man unwillkürlich angesichts der großen Anzahl annehmen möchte, es mit einigen Identitäten zu tun zu haben. Teilweise konnte das auch wie z. B. für den Bacillus acidificans longissimus von Lafar durch Leichmann gegen Bacillus Delbrücki behauptet werden. Der Kulturmilchsäurebazillus findet sich ja weit verbreitet, z. B. auf Malz, und kann durch besondere Temperaturregulierung fast rein erhalten werden. Doch finden sich unter den so vorkommenden auch Arten, die nur schwach Säure bilden.

Die Milchsäurebildung in der Milch beruht auf zwei Arten, die mit Bacillus Delbrücki nichts zu tun haben; die eine säuert die Milch bei 45° etwa, die andere bei Zimmertemperatur. Früher wurde — das weiß der Verfasser aus eigener Erfahrung — mit Erfolg zu Beginn der Kampagne mit saurer Milch die Säurung eingeleitet; die Säurung dieser Milch wurde aber bei höheren Wärmegraden vorgenommen, und zwar nach dem Verfasser gewordenen Mitteilungen deshalb, weil sie besser die Säurung in der Maische einleitete als die bei Zimmertemperatur gesäuerte Milch.

Was der Milchsäurebildung im Brennerei- und Hefengewerbe ihre eminente Wichtigkeit verleiht, ist der Schutz, den sie erfahrungsgemäß der Alkoholgärung gegen Spaltpilze bietet, die sie stören könnten. Die Hefe verträgt hohe Milchsäuremengen, die die Gegenarbeit der Gärungsfeinde unterdrücken und außerdem einen Reiz auf die Hefe zu vermehrter Tätigkeit ausüben. Nach des Verfassers Ansicht, auf viele Beobachtungen der Praxis gestützt, bedeutet die Milchsäurebildung, die einen stickstoffreichen Nährboden voraussetzt, noch etwas anderes und zwar den Abbau der vorhandenen Eiweißstoffe in für die Hefe günstige Formen. Man braucht nur in Hefenmaischen die Säurung mikroskopisch zu beobachten in von Zeit zu Zeit entnommenen Proben, um zu sehen, wie das Bild unterm Mikroskop immer freier und klarer wird in dem Maße, als die Milchsäurebildung zunimmt. Es sind nur die Proteïne, die hier in lösliche Formen übergeführt werden, Proteïne, weil sie vor der Säurung das Bild stark trüben, aber auf Zusatz von Natronlauge verschwinden, und weil auch Stickstoffbestimmungen in der klaren verzuckerten Maische und der klaren gesäuerten Maische eine ganz bedeutende Zunahme der löslichen Stickstoffverbindungen ergeben.

Daher bedeutet auch ungenügende Milchsäurung ungünstigen Eiweißabbau, deshalb auch säuern gekochte, eiweißbefreite Maischen schlecht, deshalb säuern auch Maischen aus unter hohem Druck gekochten Kartoffeln schwer, weil bei dieser Kochung durch die vorhandenen sauren Salze und geringen Säuremengen die Proteïne zu weit schon für die Milchsäurebazillen zersetzt und angegriffen sind, also diesen ein Teil ihres Lebenszweckes genommen ist. Obwohl das Optimum der Milchsäurung eigentlich tiefer liegt, muß man doch, wie bei der Verzuckerung, höhere Temperaturen wählen, um von vornherein den Milchsäurebildnern einen Vorsprung zu gewähren. Sie gedeihen etwas langsamer, sind aber schon in der Übermacht, wenn die allenfalls sinkende Temperatur anfängt andere Spaltpilze zu begünstigen. Die dann schon gebildete Säure genügt, um die Gegner hintanzuhalten. Wo übrigens die Weiterimpfung von einer Säurung zur anderen gepflogen wird, ist die günstige Art des Milchsäurebildners auch ganz leicht an höhere Temperaturen zu gewöhnen, die dann ein noch reineres Säuern gestatten.

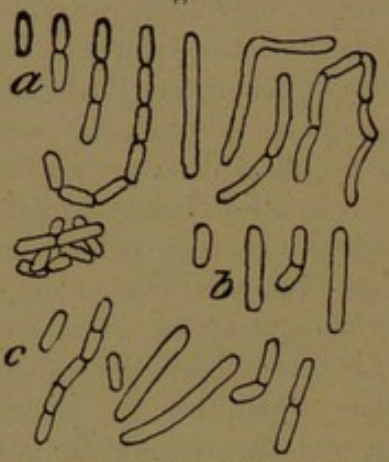
Die verschiedentlich geübte Praxis, die Hefenmaischen abends, um einer Abkühlung über Nacht unter 50° vorzubeugen, auf 60° anzuwärmen, hält der Verfasser für wohlbegründet. Erstens gewöhnen sich die Milchsäurebakterien — sie werden ja täglich weiter gezüchtet — daran und dann ist eine etwas höher gehaltene Säurungstemperatur nach eingeleiteter Säurung immer aussichtsreich für reine Säurung. Abkühlungen unter 50° sind dann gefahrlos — dem Verfasser sind Betriebe nach dem alten Verfahren bekannt, die in dieser Beziehung nicht ängstlich sind und sehr gut arbeiten — wenn schon genügend Milchsäure gebildet ist, also in solchen Mengen, daß andere Erreger keine Aussicht auf Erfolg haben.

Die gebildete Säure übt bei einem gewissen Gehalt eine Rückwirkung auf die sie erzeugenden Bakterien aus, weshalb z. B. in der fabrikmäßigen Herstellung der Milchsäure in der Großindustrie die Säure fortwährend durch zugesetzte Kreide abgestumpft wird. Dabei wird fast die theoretische Ausbeute aus dem Material erhalten. Wird mit gewöhnlichem, zuckerhaltigem Nährboden gearbeitet, so genügen die üblichen Milchsäureerreger, wie Bacillus

Delbrücki; wo z. B. Milch mit zur Verarbeitung gelangt, muß der Bacillus lactis acidi verwandt werden.

Die gewöhnlich angenommene Menge Milchsäure, die der Bazillus noch erträgt, wird zu 1,5 Proz. angenommen, eine Zahl, die der Verfasser nach vielen Beobachtungen der Praxis guten Gewissens auf 1,8 bis 2 Proz. hinaufsetzen kann. Wir werden davon bei der Hefensatzbereitung sprechen. Hemmend auf die Milchsäurebildung wirken ja auch andere Säuren, wie wir weiter oben hörten, die technische Milchsäure schon bei 0,5 Proz. Zusatz; auch die Schwefelsäure wirkt in größeren Gaben schädlich, wie von manchen Beobachtern angegeben wird, schon bei 0,03 Proz., bei 0,04 direkt hindernd. Auch diese Grenzzahlen stimmen mit der Praxis nicht überein, in der z. B. in Lufthefenmaischen bei 0,054 Proz. leicht eine sehr schöne Säurung in gewohnter Zeit zu erzielen ist. Auf welche Weise die Säurung sich vollzieht, ob ein fortlaufendes Wachstum der Bakterien auch steigende Säurung bedeutet oder die Vermehrung bei einem Punkte Halt macht und dann enzymatische Arbeit des Milchsäureenzyms der Bakterien in Kraft tritt, steht nicht fest, wenigstens soweit man diese Frage verfolgen kann an Hand vieler mikroskopischer Kontrollversuche der Säurung. Zum mindesten läßt das mikroskopische Bild eine stetige Zunahme der Bakterien erkennen; auch die längeren Stäbchenformen erscheinen zum Schlusse bei reger Säurung. Eingeimpfte kleine Mengen von Bacillus Delbrücki in Würzen und Maischen bringen schon nach 24 Stunden starke Trübung hervor, die verschwindet, wenn sich nach 3 bis 4 Tagen die Bakterien zu Boden setzen. Solche Trübungen in säuernden Maischen, z. B. der Lufthefenfabrikation, treten auf, ohne daß die Anzahl der Bakterien daran schuld sein kann und schuld zu sein braucht. In eiweißarmen Würzen tritt meist keine Trübung ein, trotzdem auch Bakterienvermehrung zu konstatieren ist. Einen Teil dieser Trübungen glaubt der Verfasser auf Eiweißspaltungsvorgänge zurückführen zu sollen, die Begleiterscheinungen der Milchsäurebakterientätigkeit sind, da diese Trübungen bei bestimmten Säuregraden wieder abnehmen, also lösliche Eiweißverbindungen gebildet worden sind.

Fig. 131.



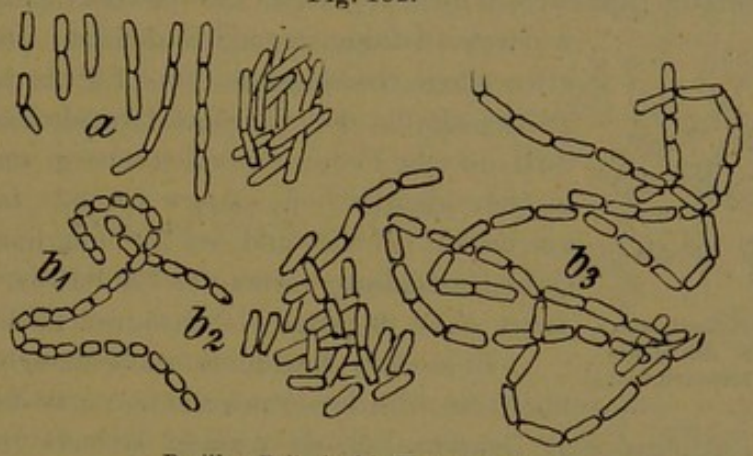
Bacillus Maerckeri (Henneberg). Reihe *a* und zweite Reihe links Zellen aus der Maische, *b* aus dem Agar, *a* u. *b* einfache Präparate, Reihe *c* aus der Tröpfchenkultur. (2000fach.)

γ) Bacillus Maerckeri (Henneberg) (Fig. 131). Diese Art bildet kleine Stäbchen, die, etwa $1{,}4 - 3{,}8 : 1\,\mu$ groß, einzeln oder zu mehreren verbunden sind, Zellfäden ($1{,}4 - 7 : 0{,}8\,\mu$) bilden, die oft knotenförmig verschlungen sind. Isoliert wurde dieser Bazillus zuerst aus einer spontan bei 40° gesäuerten Getreidemaische. Damit geimpfte Würze trübt sich innerhalb 24 Stunden weniger stark als bei Bacillus Delbrücki, die Flocken bilden sich mehr an der Glaswand, nach 4 bis 7 Tagen ist die Trübung verschwunden. Auch bei diesem Bazillus findet die Lebenstätigkeit ohne Gasbildung statt. Wie Bacillus Delbrücki bildet diese Art im hängenden Tröpfchen lose Zellen, fast keine Ketten oder Knoten. Das Maximum seiner Säurebildung liegt bei 1,1 Proz. (12 ccm NaOH für 100 ccm) und deren Wärme-Optimum bei 35 bis 36°, das aber allmählich auf 26 bis 36° und nach 16 Tagen auf 20 bis 23°

sinkt. Im Gegensatz zu Bacillus Delbrücki verarbeitet diese Art außer den für diesen Spaltpilz gangbaren Nährstoffen noch Milchzucker (Milch!), Raffinose, Trehalose und Mannit. Die Tätigkeit dieses Bazillus ist ohne Gefahr für die Gärung in der Hauptmaische, da auch die Bedingungen durch die darin herrschende Temperatur nicht günstig für ihn sind.

δ) Bacillus Beijerincki (Fig. 132). Die kleineren Zellen bzw. Stäbchen unterscheiden ihn vom Bacillus Delbrücki, sie haben die Größenverhältnisse 1,4 — 3,2 : 0,53 μ. Doch haben sie viel mehr als bei Bacillus Delbrücki und Maerckeri die Neigung, fest aneinanderliegend Ketten und Verschlingungen zu bilden. Auch ohne das bleiben die einzelnen Zellen oft aneinander kleben, so daß sich eine etwas schleimige Beschaffenheit der Zellwand vermuten läßt. Im hängenden Tröpfchen besonders zeigt er in seinen Ketten und Verschlingungen sich ganz verschieden gegen Bacillus Delbrücki, der nur lange einzelne Stäbchen, und gegen Bacillus Maerckeri, der nur wenig große Ketten und kleine Knoten bildet. Bei 34 bis 38° liegt sein Optimum, bei 45° die Grenze seiner Tätigkeit. Sein Optimum sinkt zuletzt auf 27 bis 32°. Die erzeugte Höchst-

Fig. 132.



Bacillus Beijerincki (Henneberg).
Kettenmilchsäurebazillus. *a* Zellen aus der Maische, einfaches Präparat, *b* Zellen aus der Tröpfchenkultur, b_1 kurzgliedrige Ketten, b_2 Zellhaufen, b_3 langgliedrige Ketten. (2000 fach).

säuremenge beträgt 1,4 Proz. und wird auch ohne Gasentwickelung und Nebenerzeugung von flüchtiger Säure erreicht. Bezüglich seines Säurungsvermögens steht er zwischen Bacillus Delbrücki und Maerckeri, doch liegt das Anfangsoptimum seiner Tätigkeit auch höher als die Temperatur der Hauptmaische. Möglich, daß er nach Beendigung der Hauptgärung aufkommt und eine starke Nachsäurung verursacht, so daß, wenn er auch später ein tieferes Optimum hat, das den Hauptmaischegraden näher kommt, die Gefahr seiner Anwesenheit nicht allzu schwer empfunden wird. Er zählt auch nicht zu den Schädlingen. Gegen Milch und Bier ist er machtlos und nähert sich dem Bacillus Delbrücki mehr in bezug auf seine Nährstoffe. Gewonnen wurde er erstmals aus einer reifen Kartoffelmaische, die bei viel Säure schlecht vergoren war, während er sehr häufig, wo er auftritt und starke Nachsäurung verursacht, den Ausgang der Gärung nicht beeinflußt. Außer den eben beschriebenen drei Arten gibt es eine Anzahl anderer, die hierher gehören, aber nicht näher studiert sind.

ε) Pediokokkus. Auch diese Spaltpilzform ist bei den Milchsäurebildnern unschädlicher Art zu finden und zwar in reihenförmiger Anordnung

oder zu vieren tafelförmig aneinander gelegt. Letztere Form des Pediokokkus beruht auf der Fähigkeit der einzelnen Zellen, sich nach zwei Richtungen gleichzeitig spalten zu können.

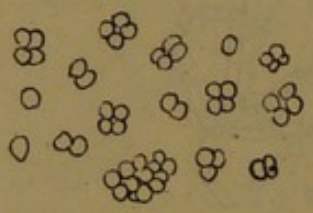
Die diesen Kokken früher nachgesagte Gefährlichkeit trifft nicht zu; denn die Tatsache ihrer Gegenwart bei manchen Buttersäurebildungen hat sich bei näherer Beobachtung als zufällig und harmlos erwiesen, wenigstens für Brennerei und Preßhefenfabrikation. Obwohl eine strenge Differenzierung verschiedener isolierter Arten noch nicht ganz möglich ist, so ist es doch empfehlenswert, diese getrennt zu besprechen, da sie, wenn auch in gleicher Richtung tätig, doch verschieden darin vorgehen bzw. sich verhalten.

Lindner isolierte den Pediococcus acidi lactici aus einer Getreidemaische. Bei gewöhnlicher Temperatur kaum tätig, vermag der Pilz bei 41° eine Roggen-Malzmaische in einigen Tagen bis zu 0,9 Proz. Milchsäure anzusäuren, also Maltose zu verarbeiten.

Die Kügelchen haben Größenabmessungen von etwa 0,6 bis 1,0 μ im Durchmesser und sind bei 60° nicht mehr lebensfähig.

Sollied konnte seinen Pediococcus Hennebergi aus einem mit 10 Proz. Alkohol versetzten Rohkartoffelbrei isolieren, was beweist, daß diese Art sehr widerstandsfähig gegen Alkohol ist. Die Zellen haben etwa einen Durchmesser von 1,2 bis 1,6 μ, sind also größer als die der vorgehend beschriebenen Art. Der Solliedsche Pediococcus Hennebergi wächst sehr leicht in Getreidemaischen, säuert bei 53° fast nicht mehr, am besten bei 40° und bei 20° überhaupt nicht mehr. Ohne Gasbildung vermag er bis 1 Proz. inaktive Milchsäure ohne flüchtige Nebensäuren zu bilden.

Fig. 133.



Pediococcus Lindneri, aus Getreidemaische. Einfaches Präparat. (1000fach.)

Besonders Arabinose stark verarbeitend, liebt er noch die üblichen Zuckerarten, gar nicht Rhamnose, Trehalose, Raffinose und Dextrin. Milch vermag er erst in wochenlanger Arbeit bei Erwärmung anzugreifen und zum Gerinnen zu bringen.

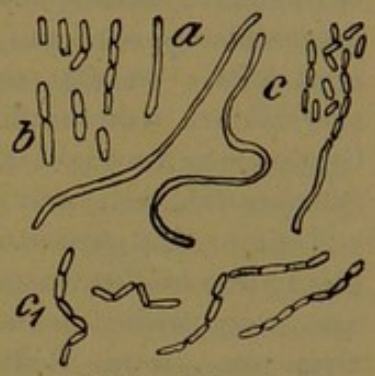
Henneberg hat einen anderen Pediokokkus isoliert und zuerst für identisch mit dem Pediococcus acidi lactici gehalten. Doch sprechen manche Umstände dafür, daß es sich um zwei Arten handelt, weshalb Henneberg den isolierten Erreger Pediococcus Lindneri nennt (Fig. 133).

Dieser findet sich fast auf jedem Rohmaterial der Brennerei und Hefenfabrikation, trübt Maische stark in 24 Stunden, doch klärt sich in 8 Tagen die Maische wieder auf bis auf geringe Trübung. In der Tröpfchenkultur bildet er meist einzelne dicht gehäufte Zellen (0,8 bis 1,0 μ) oder die Vierform. Die Grenze der Säurebildung liegt bei 48°, die Höchstleistung bei 38 bis 39°, bei Zimmertemperatur ist er so gut wie untätig und wächst zuerst bestens bei 36 bis 40°, dann bei 34 bis 40°, später bei 24° und darunter. Bei Abwesenheit von Bildung anderer flüchtiger Säuren und von Gasen (Kohlensäure) kann er aber über 0,27 Proz. Milchsäure in Maische nicht erzeugen. Am meisten liebt er Dextrose, aus der er bis 0,8 Proz. Milchsäure bildet; er verarbeitet auch Lävulose, Trehalose, Milchzucker, Arabinose, Xylose, Galaktose — nicht Raffinose, Maltose, Rohrzucker, Dextrin und die anderen ungewöhnlicheren Kohlenhydrate. Trotzdem er Milchzucker vergärt, läßt er Milch erst nach sehr langer Zeit beim Aufkochen gerinnen.

ζ) Bacillus Wehmeri (Henneberg) (Fig. 134). Mit diesem Bazillus kommen wir zu den Schädlingen; er bildet neben Milchsäure auch Kohlensäure und flüchtige Säuren, wie z. B. Essigsäure. In Maische verursacht er nach 24 Stunden eine 3 bis 7, selten bis 11 Tage dauernde Trübung, in treberhaltigen Maischen eine etwa 3tägige Gasentwickelung.

Die Tröpfchenkultur ergibt meist einzelne kleine, selten gekrümmte Stäbchen, die wohl zu mäßig langen Fäden aneinandergereiht sind, wie die Färbung solcher Fäden deutlich zeigt. Die Einzelzellen haben die Abmessungen 1,0 — 1,4 : 0,5 μ, die Fäden sind oft 11 μ lang. Die Grenze für die Säurung liegt bei 40 bis 46°, das Optimum bei 35 bis 39°. Die beobachtete Höchstleistung an Milchsäure beträgt 1,3 Proz. neben wenig Alkohol, Essigsäure und Kohlensäure. Wird die Säurung unter Kreidezusatz vorgenommen, so entstehen bis 2,7 Vol.-Proz. Alkohol. Der Bazillus verarbeitet die gleichen Zuckerarten wie der Bacillus Delbrücki, aber von den bekannteren noch außerdem Milchzucker (Milch), Raffinose. Gegen Arabinose ist er sehr empfänglich, wie der Pediococcus Hennebergi, und kann daraus bis 1,8 Proz. Milchsäure erzeugen.

Fig. 134.



Bacillus Wehmeri.
a Zellen aus der Maische, *b* aus dem Agar, einfache Präparate, *c* u. c_1 Zellfäden und aufgeteilte Zellketten aus der Tröpfchenkultur, c_1 die Zellfäden erwiesen sich nach der Färbung als Zellketten. (2000fach.)

Seine Schädlichkeit für die Hefengärung beruht also in seiner vielfältigen Betätigung. Er zersetzt den Zucker nicht nur in Milchsäure, sondern bildet noch Kohlensäure und Alkohol, vielleicht nach der Formel:

$$C_6H_{12}O_6 = C_3H_6O_3 + CO_2 + C_2H_6O,$$

die Essigsäurebildung erfolgt dann sekundär aus dem gebildeten Alkohol.

Kulturhefenreinzucht in eine mit diesem Erreger versetzte Maische gebracht, vergor nur auf 10° Balling herunter, da 0,11 Proz. Essigsäure entstanden waren. Die Säurung wird durch die eingesäte Hefe keineswegs hintangehalten, sondern fast gefördert. Ist obige Gleichung seiner Tätigkeit richtig, dann würde ihm vielleicht die Hefe die Alkoholbildung abnehmen und damit die Kohlensäurebildung, er würde dann hauptsächlich Milchsäure bilden, die Essigsäure nur aus dem von der Hefe erzeugten Alkohol. Möglich, daß seine Doppelnatur gerade so am meisten zur Geltung kommt. Möglich auch, daß er in Gegenwart von Hefe die Alkoholbildung umgeht nach der Gleichung

$$2\,C_6H_{12}O_6 = 2\,C_3H_6O_3 + 3\,C_2H_4O_2.$$

Die Schädlichkeit der Anwesenheit flüchtiger Säuren, wie Essigsäure, in Gärungen ist lange bekannt, wie auch überhaupt eine Säurung unter Gasbildung von jeher von dem Praktiker gefürchtet wurde. Weniger gefährlich erweisen sich solche Spaltpilze, wenn sie erst nach Einleitung der Gärung in Tätigkeit treten sollen; dann wird ein bestimmter Alkoholgehalt, der von der Hefenarbeit herrührt, den Erreger von vornherein lahmlegen.

Dieser Bacillus Wehmeri wird in allen möglichen Maischen gefunden, besonders häufig in Melassemaischen. Doch ist seine Fernhaltung angesichts seines Temperaturoptimums leicht möglich. Bei richtiger Wahl der Verzuckerungstemperatur für die süße oder die Hefenmaische und bei reichlicher

Aussaat von günstigen Milchsäureerregern in diese kann dieser Schädling absolut nicht gefährlich werden.

Außer dem beschriebenen Bacillus Wehmeri gibt es noch eine Menge von solchen Bazillen, die aus den verschiedensten Gärungszwischenstufen und aus Hefe isoliert und beschrieben wurden, jedoch selten in hervorragender Tätigkeit in der Praxis angetroffen werden. Nicht jeder von dem Forscher einmal aus einer Maische oder Hefe nach Anreicherung, manchmal unter besonders günstigen biologischen Ernährungsbedingungen isolierte Erreger kommt auch praktisch in Betracht, meist genügt schon eben die normale Betriebsweise, ihn in machtloser und tatenloser Vereinsamung zu halten, weshalb auch weitere Einzelheiten über das große Gebiet der Milchsäureerreger unterlassen seien. Trotz bestehender Differenzierungsmöglichkeit der vielen noch isolierten Erreger ist ja nicht ausgeschlossen, daß infolge der Vielseitigkeit der Arbeitsleistung und Anpassungsfähigkeit gerade bei den einfachsten pflanzlichen Gebilden, den Pilzen, da und dort nur verschiedene Wuchsformen gleicher Arten beobachtet und isoliert wurden. Andere Arbeitsleistung, andere Lebensbedingungen, andere Formen, zähes Festhalten derselben — weshalb es nicht ausgeschlossen sein kann, daß weitere Forschung künftig manche Identifizierung ermöglicht. Bemerkt sei deshalb hier, daß Beijerinck die Brennereimilchsäurebildner Laktobazillus nannte und unter Lactobacillus Delbrücki eine Gruppe sehr verwandter Formen zusammenfaßte. Bei einer teilweise geringen Säurungsfähigkeit und Vorliebe für rege Sauerstoffzufuhr der einen nennt er Lactobacillus fermentum den, der in Maischen reichlich Säure bildet. Es gelang ihm bei Züchtung über 41°, ihn in Lactobacillus Delbrücki überzuführen und diesen wieder bei niederer Temperatur bei Luftabschluß in Lactobacillus fermentum, wobei Kohlensäure beobachtet wurde. In Holland arbeiten die meisten Brennereien mit dem Lactobacillus fermentum, während seine Varietät Lactobacillus Delbrücki nicht brauchbar ist. Der Hauptwert all dieser arbeitsreichen Studien liegt für die Praxis besonders in der Feststellung, daß es günstige brauchbare, unbrauchbare unnütze und schädliche Milchäureerreger gibt und daß also nicht jede Milchsäurebildung die Milchsäurebildung ist, wie schon die alten Praktiker von guter und schlechter Säure redeten und wußten, daß mit wenig guter Säure das gleiche, wenn nicht mehr als mit vieler schlechter Säure erreicht wird, und daß bei schlechter Säure mehr Gesamtsäure nötig ist, um die vorhandene schlechte Säure auszugleichen, zu hemmen. Der Praktiker weiß nun heute, daß er zur Einleitung seiner Säurung Reinkulturen haben kann, oder aber, wie er sich selbst seinen Betriebssäureerreger herziehen kann. Während nämlich die reine Brennerei sich mit Vorliebe der Milchsäurereinkultur und Hefenreinzucht bedient, ziehen die meisten größeren und mittleren, auch viele kleinere Fabriken der Hefenindustrie vor, ihre Säureerreger selbst zu züchten und auch statt Hefenreinkulturen nur Hefen anderer Betriebe in den ihrigen einzuführen.

Der Verfasser selbst möchte hier seine Meinung dahin abgeben, daß man sowohl im alten wie im neuen Verfahren auch ohne Säure- und Hefenreinkultur durchaus mindestens mit dem gleichen Erfolg arbeiten kann wie bei Bezug oder Erstellung von Reinkultur von Milchsäurebazillus oder Hefe, weil es ganz in die Hand des umsichtigen Betriebsleiters gelegt ist, die Gegner seiner Arbeit auszuschalten. Allerdings ist im alten Verfahren die Weiterführung der Milchsäure von Tag zu Tag in die Hefenmaischen durchaus geboten, die in

ihrer dicken Konsistenz gleichmäßigere Säurungsverhältnisse erleichtern und verbürgen. Anders bei den heute dünn gehaltenen Lufthefenmaischen, bei denen die tägliche spontane Säurung bei bestimmt gewählten Temperaturen den Vorzug — nach des Verfassers Ansicht und der mancher Fachkollegen — verdient vor der von einer Maische zur andern erfolgenden Übertragung, die ja die Gefahr in sich birgt, daß der geringste unbewußt begangene Fehler dabei sich im Verhältnis der Vermehrungsfähigkeit dieser Kleinlebewesen rächt. Durch Einhaltung bestimmter Temperaturen der Verzuckerung und Säurung läßt sich hier aus dem zahlreichen Konkurrenzmaterial, das mit den Rohstoffen in die Maische gelangt, stets der gleiche Erreger züchten, herauszüchten, so daß das mikroskopische Bild fast die Einleitung der Säurung durch Reinkultur vortäuschen könnte (Anhäufung nach Beijerinck).

Wo die Betriebsverhältnisse irgendwie aber ungünstig liegen, z. B. infolge mangelhafter Beschaffenheit des Wassers, ist die Verwendung von Reinkultur von Milchsäure sehr zu empfehlen. Das ist Sache des Betriebsleiters, hier den für seinen Betrieb gangbaren Weg zu finden und zu gehen. Und wo die Arbeit nicht ganz lege artis, nach den Regeln der Gärungstechnik, sich vollzieht, hilft auch die Reinzucht nicht über diese Lücken hinweg. Sie kann wohl unvermeidbare Betriebsschwächen, nicht aber mangelhafte Arbeit ausgleichen.

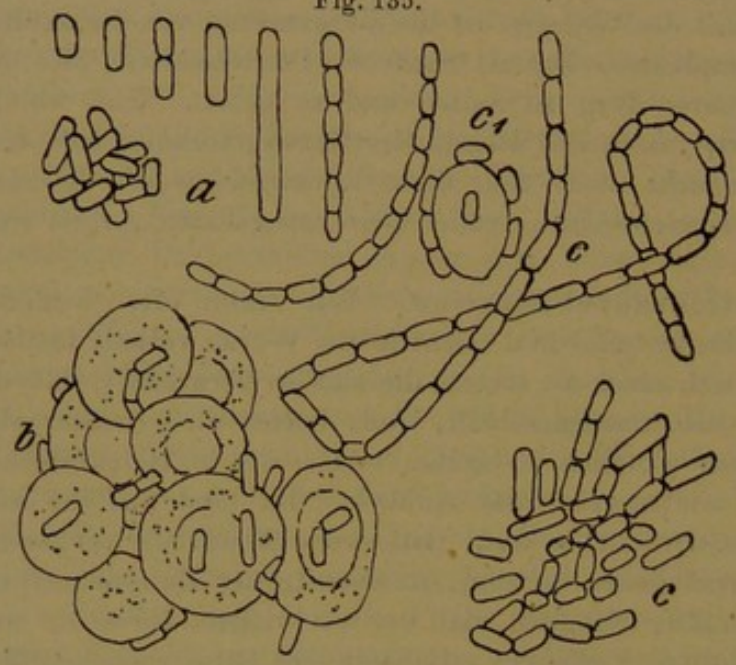
η) Die Flockenmilchsäurebakterien. Wie schon öfter bemerkt, zeigen Hefen, die sonst staubig sind und leicht in der Würze verteilt bleiben, auf einmal die Neigung, sich rasch zu setzen, die sich so vergrößert, daß die Hefe in großen Flocken sich zusammenballt, und, indem diese wieder sich zusammentun, in Klumpen plötzlich zu Boden setzt: ein in Hefenfabriken alten Verfahrens so gut wie ungekannter Anblick. Da dort nur die aufgetriebene Hefe gewonnen wird, ist es klar, daß, wenn Flockhefe vorhanden wäre, diese nicht im aufgetriebenen Schaum, sondern in der Maische zurückgehalten sich vorfinden müßte. Möglich, daß der vor vielen Jahren da und dort beobachtete Fall im alten Verfahren auf Flockhefe hätte zurückgeführt werden können, wenn bei der Gärung der Hefenschaum ausblieb oder nur schwach sich zeigte, ein Fall, der stets bei Gegenwart von Buttersäurebildung in der Hefenmaische und Verwendung von Schlempe aus solchen Gärungen eintrat und mit riesiger Nachsäurung der Maischen einherging. In diesem Falle trat wohl Vergärung, aber fast keine Hefenbildung ein. In Lufthefenfabriken aber ist Flockhefe mehr gefürchtet, weil sie manchmal so unvorbereitet wie möglich auftritt und, wenn nicht rechtzeitig erkannt und dann noch vermeidbar ist, Unglück bedeutet.

Die Hefe preßt sich nicht; der Klebestoff zwischen den Zellen gibt die Flüssigkeit selbst bei größtem Druck nicht frei. Die Hefe ist dann meist verloren; denn wenn auch starke Schwefelsäuregaben z. B. die Flockung aufheben, dann sind es meist solche, die auch der Hefe Verderben bedeuten, sie so schwächen, daß sie nicht versandfähig ist. Henneberg hat nun verschiedentlich bei Flockhefen beobachtet, daß zwischen ihren Zellen sich kleine Stäbchen in Mengen vorfinden. Er hält diese Bakterien für die Ursache der Flockung, zumal er auch bemerken konnte, wie die Gegenwart dieser Bazillen die Zellen abzutöten vermag. Henneberg beschreibt einige isolierte Glieder dieser unangenehmen Familie. Teilweise entwickeln sie neben der gemeinsamen Milchsäurebildung noch Gase, wie Kohlensäure, daneben auch wie Bacillus

Wehmeri Alkohol und Essigsäure. Bacillus Listeri (Fig. 135) erzeugt kein Gas. Allen ist nur eines gemeinsam, nicht nur selbst zusammenzukleben (z. B. in Reinkulturen ohne Hefe), sondern eben auch die Hefenzellen in Mitleidenschaft zu ziehen. Verdünnte Natronlauge, ebenso wie größere Gaben von Säure geben die Zellen frei, aber wie gesagt, wenn das Unglück schon da ist, nur in Mengen, die der Hefe direkt schädlich sind; Natronlauge selbst in verdünntester Form käme schon gar nicht in Betracht, da die Hefe gegen Alkalien äußerst empfindlich ist.

Die Erfahrung hat aber gelehrt, daß reichliche Aussaat guter Hefe bei einem genügenden Säuregrad der kohlensäurefreien Endwürze (am Ende des Läuterns) von mindestens 2,5 ccm Natronlauge per 100 ccm die Gefahr so gut wie auszuschließen vermag. Bei einem Säuregrad von 3° per 100 ccm = 0,27 Proz. Milchsäure kann die Flockung nicht mehr in Frage kommen. Nun haben manche Essigsäurebakterien die Fähigkeit, auch Flockenbildung an Hefe hervorzurufen. Wie bereits früher angedeutet, ist die Ansicht des Verfassers über die Flockenbildung folgende: Die Konturen, die Zellwände der Flockhefenzellen sind meist schärfer ausgeprägt bei mikroskopischer Beobachtung, während in den Fällen, die der Verfasser an übersandten Proben von Hefe, Maische oder im Betriebe verfolgen konnte, sehr häufig diese Flockenmilchsäurebakterien fehlten. Unter „Hefe“ hat nun der Verfasser gesagt, daß seiner Ansicht nach die Flockung eine Folge der klebrigen Beschaffenheit der Zellwand ist und weiter eine Folge einer Umlagerung derselben durch nicht genügend abgebautes Eiweiß. Das ist einerseits denkbar, wenn die Säurung der Maische wohl quantitativ, der Menge nach, sich vollzogen hat, also durch Milchsäurebakterien, die nicht nur diese erzeugten, sondern auch andere Säuren, bei deren Tätigkeit also die mit der reinen Milchsäurebildung Hand in Hand gehende günstige Eiweißspaltung sich nicht vollzog. Die Hefe hat nun, zumal bei dem durch die Riesenlüftung hochgesteigerten Aufbau der neuen Zellen, Mühe, das Eiweiß aus seiner ungünstig dargebotenen Form schnell genug in eine leicht diffusible überzuführen. Die Eiweißspaltung bleibt dann vor oder bei den Peptonen stehen, deren Darbietung ohnehin die Hefe leicht zum Flocken bringt. Dieser Vorgang würde vorliegen bei Flockenbildung ohne die an den Zellen sichtbaren Bakterien. Dann wäre die ganze Säurung schon durch Bazillen erfolgt, die wie Bacillus Wehmeri

Fig. 135.



Bacillus Listeri (Flockenmilchsäurebazillus).
a (einschließl. der gekrümmten Zellkette) Zellen aus der Maische. — *b* Mischkultur mit Kulturhefe; die Hefenzellen werden zu Flocken zusammengeklebt. — *c* Ketten u. Zellhaufen aus der Tröpfchenkultur. — c_1 Tröpfchenkultur bei gleichzeitiger Hefeneinsaat. (2000fach.)

Milchsäure, Kohlensäure, Alkohol und Essigsäure erzeugen. Die Maische enthielte eben dann nach der Säurung nicht bloß Milchsäure und abgebautes Eiweiß, sondern eben auch geringe Mengen Alkohol und Essigsäure, welch letztere beiden sicher einem richtigen Abbau des Eiweißes im Wege sind.

So stellt sich die Flockenneigung dar als das, für was sie immer gehalten wurde, als eine Folge unrichtiger Säurung. Denkbar ist auch, wo die Flockenbazillen bei den Zellen sichtbar sind, daß erstere, eine Zeitlang durch die von dem anderen Erreger gut aber ungenügend erzeugte Milchsäure im Schach gehalten, dann in Wirksamkeit treten, wenn das der guten aber ungenügenden Säurebildung entsprechende geringe Quantum abgebauten Eiweißes aufgebraucht ist und der Aufbau der neuen Zellen durch den erschwerten Verbrennungsprozeß von noch hochmolekularem Eiweiß etwas ins Stocken gerät.

Das Flocken tritt immer gegen das Ende der Gärung ein, ganz plötzlich, unerwartet, so daß die Annahme nicht ungerechtfertigt erscheint, daß es sich um eine momentane Störung des Atmungsvorganges, der Eiweißzersetzung handelt, die sich dann die Flockenmilchsäurebakterien zunutze machen, um durch ihre Alkohol- und Essigsäurebildung das Eiweiß in der Nähe der Hefe gerinnen zu machen und so zur Flockung zu helfen. Ist erst einmal die Umlagerung der Zellwand mit unabgebautem Eiweiß fertig, dann wird die Atmung, der Verbrennungsprozeß, gleich Null werden, weil die Zellwand dicht abgeschlossen ist und deshalb die zusammengeklebten Zellen des Sauerstoffs entbehren. Daher brauchen auch sogenannte süße Würzen, wie sie in manchen Betrieben bei Hochbedarf eingeschoben werden, direkt nach der Verzuckerung geläuterte ungesäuerte Würzen, starke Mineralsäuregaben, damit sie brauchbare Hefe liefern.

Die Flockung kann oder wird also immer schon in der Säurung der Maische liegen bzw. begründet sein. Verläuft sie da schon nicht rein, sondern mit Nebensäurungen, wobei titrimetrisch der gewünschte Säuregrad vorhanden sein kann, dann fehlt ihr treuer Begleiter, der richtige Eiweißabbau — die Hefe wird von vornherein flocken.

Verläuft die Säurung wohl richtig, aber nicht durchgreifend genug, nicht reichlich genug durch die ganze Maische, dann tritt erst während der Gärung der tote Punkt ein, an dem nun das zu wenig abgebaute Eiweiß die Zellwand umlagert, vom Sauerstoff abschließt und die Atmung ausschaltet. Durch rechtzeitige Schwefelsäuregabe tritt manchmal noch Lösung der Zellen und damit wieder die Atmung ein; ist dies nicht der Fall, dann können die Zellen selbst zusammenklebend, ihre Feinde mitreißen, die durch ihre Essigsäurebildung das Werk vollenden. Im alten Verfahren wäre so die Tätigkeit von Bakterien in der Hefenmaische (Kunsthefe, Satzmaische) denkbar, die wohl Milchsäure bilden, aber auch Nebensäurungen mit sich bringen, so daß die Gärung der Hefenmaische nicht kräftige Hefe in die Hauptmaische liefert, sondern durch unabgebautes Eiweiß ermattete Hefe. Diese wird auch trotz der die Reife versprechenden Vergärung der Hefenmaische zusammengeballt bleiben und dann in der Hauptmaische nicht in feinster Verteilung durch die Kohlensäure nach oben geführt und kurz gelüftet werden können, sondern in größeren Flocken sich zu Boden setzen und der Kohlensäure erliegen. Dann haben die Säurungserreger leichte Arbeit: denn mangelhafter Auftrieb der Gärung hat stets eine starke Säurezunahme in der Hauptmaische zur Folge.

So kann die Kenntnis der Flockenmilchsäurebakterien, ob ihre Tätigkeit bei der Sache als kausale oder nur sekundäre betrachtet wird, sicher das Gute zur Folge haben, die Gewißheit, daß richtige reine Säurung in genügender Menge — man braucht wegen der Menge nicht ängstlich zu sein, wenn die Säure rein ist — die Flockungsmöglichkeit ausschaltet. Für Betriebe, die leicht zu Flockhefe neigen, gibt es nur eins: Die häufige Verwendung von Milchsäurereinkultur und Erneuerung der Stellhefe. Die Flockungsneigung wächst für bestimmte Säuregrade mit der Temperatur der Gärführung und der Hinauszögerung der Stellhefengabe in den Gärbottich. Sie wächst aber auch mit der Möglichkeit der Bildung flüchtiger Säuren durch Bazillen, die wohl verwandt, aber nicht tätigkeitsgleich denjenigen sind, die nur Milchsäure erzeugen und bloß aufkommen, wenn der gern gesehene Verwandte zu wenig Arbeit vorher geleistet hat und ihnen so der Weg geebnet ist. (Siehe später unter Lufthefenfabrikation.)

ϑ) Die Milchsäurereinzucht. Die Reinkultur von Bakterien vollzieht sich nicht so einfach wie bei den Hefen, bei denen man so leicht von einer Zelle ausgehen kann. Man bedient sich hier eines kleinen Umweges, indem man durch Handhabung der betreffenden Ernährungs- und Wachstumsbedingungen des gewünschten Erregers eine Anreicherung desselben erzielt, aus der durch Weiterimpfung schon meist eine Reinkultur erhalten wird. Der gefürchtetste Gegner dieser so wie so peinlichen Arbeit ist nun der Heubazillus, ein Spaltpilz, der sich ungeheuer verbreitet auf allen möglichen Getreidearten, in der Erde und im Staub vorfindet und sehr leicht Sporen bildet, deren Widerstandskraft erst nach dreistündigem Kochen gebrochen ist.

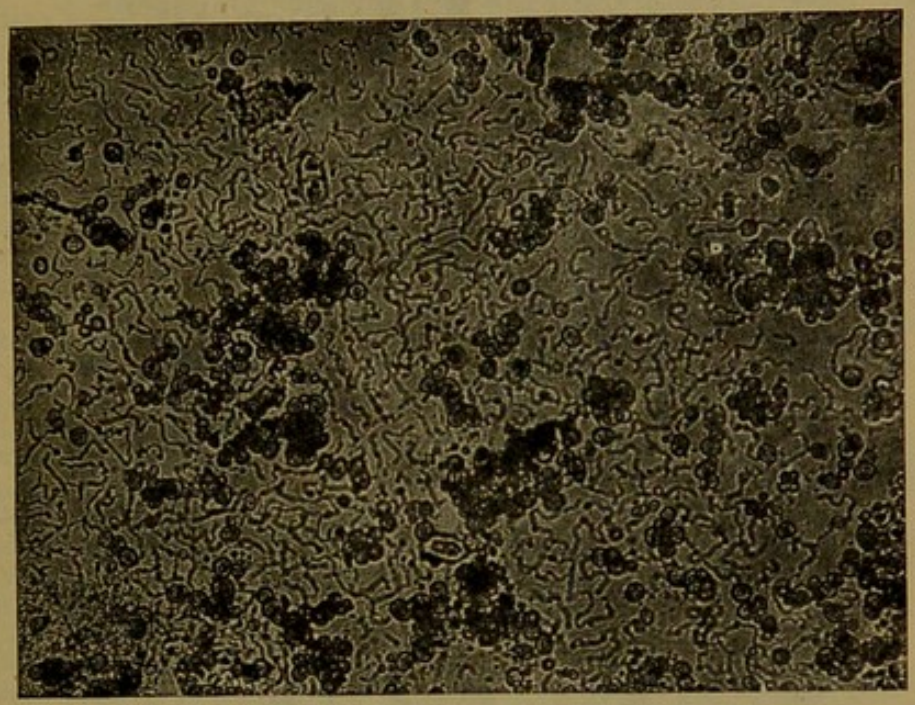
Unter diesem Bacillus subtilis (Cohn) oder Heubazillus umfaßt man eine Anzahl ähnlicher Bazillenarten, die, sehr empfindlich gegen Säure, weniger für den Betrieb als für das Laboratorium in Betracht kommen, wo oft das sonst allgemeine Sterilisationsverfahren, das drei Tage aufeinander folgende direkte Kochen oder Erhitzen im Dampftopf, nicht zum Ziele führt und durch das Erscheinen der bekannten grauweißen runzligen Haut der Beweis zutage tritt, daß wieder einmal Sporen dieses Bacillus subtilis sich der doch scharfen Prozedur der Sterilisation entzogen haben. Er ist es auch, der bei der Anreicherung von Milchsäurebazillen oft große Schwierigkeiten bereitet und so den Weg zur Reinkultur derselben weiter als erwünscht macht. Will man nun z. B. den Bacillus Delbrücki isolieren, so versetzt man sterile Maische oder Würze mit etwas Spülwasser von Grünmalz oder mit Malz direkt und stellt bei 45 bis 50° beiseite. In sehr vielen Fällen zeigt sich nach 24 Stunden die zart weiße dünne bis grauweiße dicke Haut der Heubazilluskolonie. Diese haben einen charakteristischen süßlichen Geruch wie Akazienblüten und zeigen unterm Mikroskop die langen, dicht aneinander zu Ketten gelagerten Zellen des Bacillus subtilis.

Ist dies nicht der Fall, dann weist die Würze beim Hin- und Herbewegen Schlieren auf, Seidenwellen, Flüssigkeitsschichten, in denen der Bacillus Delbrücki stark angereichert ist. Die Flüssigkeit hat stark saure Reaktion und zeigt unterm Mikroskop sehr zahlreiche lange dünne Stäbchen. Fig. 136 zeigt eine riesige Menge Milchsäurebazillen, die von Grünmalz gewonnen sind, also mit diesem auch zur Maische gelangen würden. Ein Bewe's, welch reichliche Aussaat mit dem Getreide in die Maische kommt!

Ein anderer Weg führt so zum Ziele, daß man frisch geschnitzelte Rohkartoffel (1 kg etwa) lose in einen mit Watte isolierten Metalltrichter packt und im warmen Zimmer stehen läßt. Nach 10 bis 12 Stunden tritt Erwärmung der Schnitzel auf 40 bis 57° ein. In der äußeren Schicht, die alkalisch reagiert, findet sich nach Henneberg der Heubazillus mit anderen wärmeliebenden Bakterien, in der Mitte der Masse ist in stark saurem Medium fast nur Bacillus Delbrücki in Reinkultur vorhanden.

Hat man auf eine dieser beiden Arten bereits eine Anreicherung erhalten, so kann man probeweise eine Impfung auf Würze- oder Maisch-Agar (Auflösung von 2 bis 3 Proz. Agar in 20proz. Maische oder Würze, die vom Bodensatz abgegossen, in Gläschen, Schalen oder Reagenzgläsern verteilt und sterilisiert wird) vornehmen, wobei sich häufig eine weitere Schwierigkeit ergibt. Auf Agar wachsen diese Kulturmilchsäurebazillen um so schlechter, je länger

Fig. 136.



Milchsäurebakterien aus Grünmalz, 12tägiges Vaselin-Einschlußpräparat. (300fach).

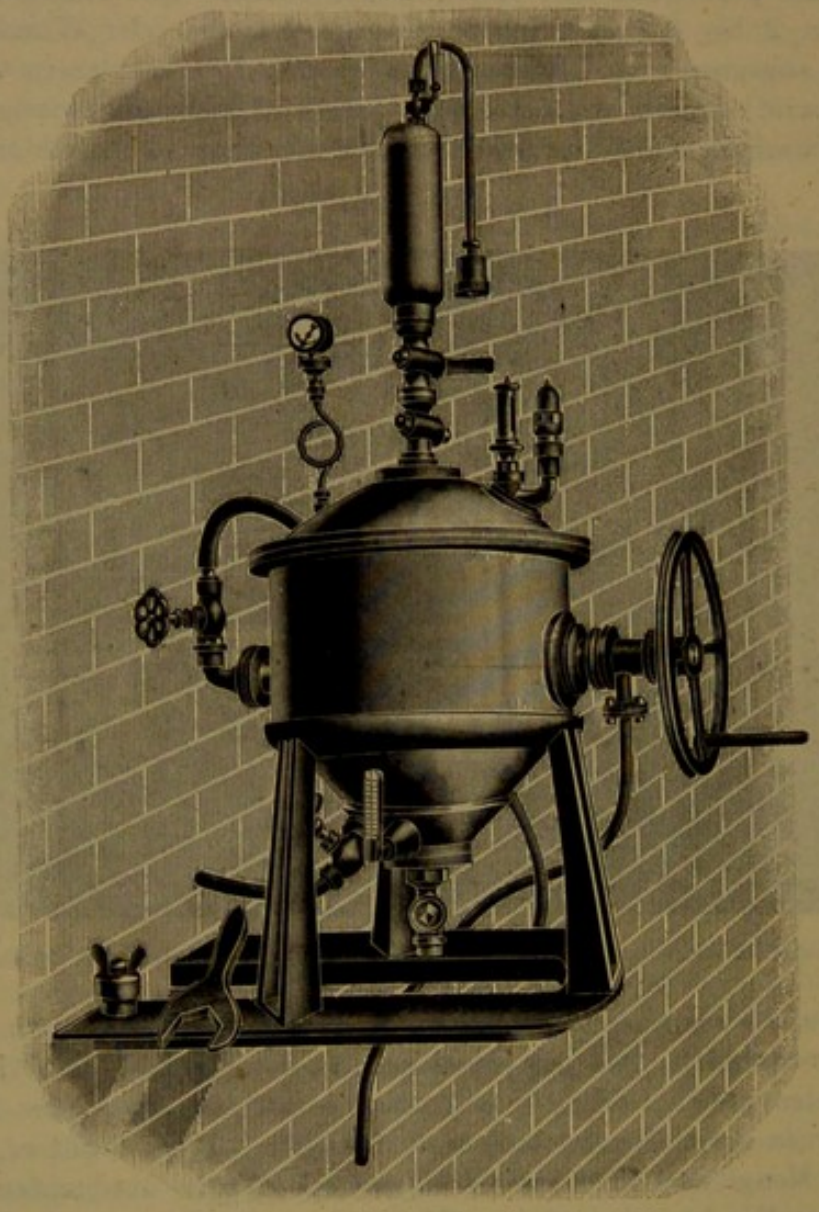
sie Wärme und Säure ausgesetzt waren. Würze- oder Maischegelatine aber läßt sich nicht verwenden, weil sie schon bei 27° flüssig wird, der Pilz aber bei 48° am besten gedeiht. Eine Überimpfung aus einer etwa 2 bis 3 Tage bei 50° gehaltenen Anreicherung läßt stets im Stich. Dann heißt es, nochmals eine kleine Menge derselben auf sterile neutrale Würze überimpfen und nach 24stündigem Wachsen bei 40 bis 45° auf Agar übertragen. Je frischer die Anreicherung ist, je weniger die Säurung die Höchstzahl erreicht hat, desto besser glückt die Impfung auf Agar.

Auf Würze- und Maische-Agar zeigen sich die Milchsäurebazillenkolonien bei 40 bis 45° bereits nach 24 Stunden als $^1/_2$ bis 1 mm große rundliche, weißliche oder wasserhelle glänzende Pünktchen, die kaum mehr größer werden. Macht man statt der Strichkultur eine Stichkultur in Agar, so wächst der Bazillus an der Oberfläche gar nicht, sondern nur in den Stich hinein, was bei durchfallendem Licht an der deutlich vortretenden Kontur des Stiches kenntlich ist. Vielfach wird für diese Reinkultur dem Maisch- oder Würze-Agar

noch etwas Kreide zugegeben, die dann bei eintretender Milchsäurebildung infolge Bildung des löslichen Kalksalzes verschwindet; doch ist die Kultur nach etwa 20 bis 24 Stunden kühler zu stellen, damit die Kohlensäureentwickelung nicht bis zum Auswerfen des Wattestopfens führen kann.

Hat man nun genügend Kultur, so kann die Weiterimpfung in größere Maische- oder Würzemengen vorgenommen werden, mit denen dann der eigentliche Apparat geimpft wird, in dem die für den Betrieb nötige Menge

Fig. 137.



Milchsäure-Reinzucht-Apparat.

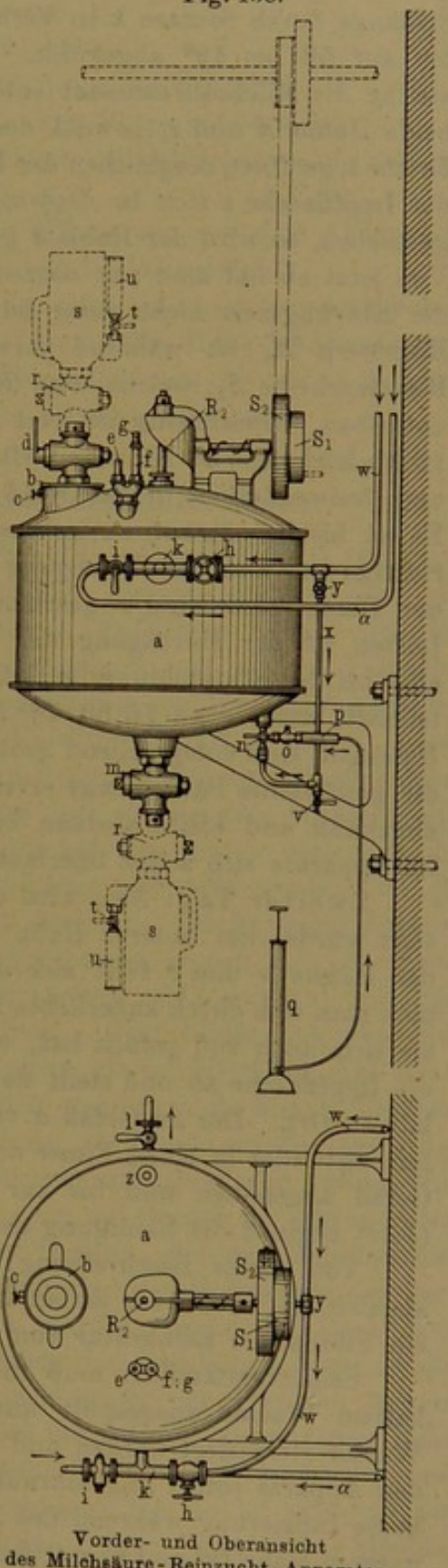
gezüchtet wird und der so aufgestellt werden kann, daß er die Reinkultur in die Hefenmaische entleert. Doch kann die Reinkultur auch in sterilen Gefäßen aufgefangen werden. Die Fig. 137 und 138 zeigen den Apparat der Firma C. G. Bohm, sowohl im Bilde wie in Vorder- und Oberansicht.

Die Handhabung desselben ist folgende:

1. Die Reinigung des Apparates. Ehe das Gefäß *a* mit Maische befüllt wird, muß es gereinigt sein: Die Reinigung soll sich stets folgendermaßen vollziehen: Nachdem das am Tage vorher fertig gesäuerte Milchsäure-

gut aus dem Gefäße *a* abgelassen ist, wird dieses durch Wasser mittels eines Schlauches durch das geöffnete Fülloch *b* ausgespritzt, danach $^3/_4$ mit heißem Wasser befüllt und die Füllochöffnung *b* und Füllhahn *d* geschlossen. Nun wird das Wasser durch direkten Dampf mittels Dampfventil *y* und Dreiweghahn *n* zum Kochen gebracht und bei dieser Temperatur eine Viertelstunde oder auch länger gehalten. Bei Druckbildung im Gefäß *a* bläst das Sicherheitsventil *e* ab; es empfiehlt sich, während des Auskochens den Füllhahn *d* ab und zu zu öffnen, um auch das Innere des Hahnes zu sterilisieren. Dann erst wird das kochende Wasser durch den Entleerungshahn *m* abgelassen.

Fig. 138.



Vorder- und Oberansicht des Milchsäure-Reinzucht-Apparates.

Erklärung zu Fig. 138.

a	Gefäß für die Milchsäure.
b	Füllochdeckel mit Bajonettverschluß.
c	Feststellschraube.
d	Füllhahn für Bajonettverschluß eingerichtet.
e	Sicherheitsventil.
f	Wattefilter.
g	Luftventil.
h	Dampfventil.
i	Wasserdurchgangshahn.
k	Verbindungsstutzen zur Anwärm- und Kühlschlange.
l	Regulierhahn zur Anwärm- und Kühlschlange.
m	Ablaß- und Entleerungshahn.
n	Dreiweghahn für Dampf, Wasser und Luft.
o	Rückschlagsventil.
p	Wattefilter.
q	Luftpumpe mit Schlauch.
r	Verschlußhahn mit Bajonettverschluß.
s	Impfflasche.
t	Luftein- und -Auslaßhahn.
u	Wattefilter.
v	Kondenswasserablaßhahn.
w	Dampfleitung zur Anwärm- und Kühlschlange.
x	Direkter Dampf ins Gefäßinnere.
y	Dampfabsperrventil.
z	Thermometerstutzen.
α	Wasserleitung.
S_1 S_2	Stufenriemenscheibe.
R_2	Rührwerk.

2. Die Säurung und Handhabung des Apparates. Erster Tag: Sobald das kochende Wasser aus dem Gefäß *a* abgelassen ist, wird der untere Entleerungshahn *m* geschlossen, der Füllochdeckel *h* mitsamt dem Füllhahn *d* und Schraube *c* abgeschraubt und das Gefäß sofort mit verzuckerter Maische gefüllt und zwar nur so weit, daß ein leerer Raum von etwa 2 bis 3 Litern bleibt. Hiernach wird das Fülloch wieder geschlossen und die Maische nach Öffnen von Dampfventil *h*, welches mit der im Gefäße *a* befindlichen Schlange

verbunden ist, bis auf 100° sterilisiert. Das Rührwerk R_2 wird während dieser Zeit mittels einer Transmission durch die Riemenscheibe S_1, welche in der Minute etwa 100 Umdrehungen machen soll, angetrieben oder mangels einer Transmission mit der Hand schnell gedreht, bis die Temperatur von 100° erreicht ist, was in 5 Minuten geschieht. Nun wird das Dampfventil *h* geschlossen und der Wasserhahn *i* geöffnet, welcher ebenfalls mit der gleichen Schlange durch Stutzen *k* in Verbindung steht, und die sterilisierte Maische bis auf 58 bis 59° abgekühlt. Hierauf wird die kupferne Impfflasche *s*, welche die Milchsäureaussaat enthält, auf den Füllhahn *d* aufgeschraubt und beide Hähne *d* und *r*, sowohl der vom Apparat als auch der von der Impfflasche *s*, geöffnet, desgleichen der Luftein- und -auslaßhahn *t*, damit der Inhalt der Impfflasche *s* sich in denjenigen des Gefäßes *a* ergießen kann. Ist das geschehen, so wird der Hahn *d* geschlossen und die Impfflasche abgeschraubt. Von jetzt ab hat man nur darauf zu achten, daß die Temperatur innerhalb der Säurungszeit nicht unter 54 bis 55° und nicht über 58° kommt. Das Rührwerk R_2 ist während dieser Zeit im Gange zu halten und von der Riemenscheibe S_2, welche etwa 20 Umdrehungen per Minute machen soll, anzutreiben. Gleichzeitig ist jetzt mit der Luftpumpe *g* in Zeitabschnitten von 10 bis höchstens 30 Minuten Luft durch das Wattefilter *p*, Rückschlagsventil *o* und Dreiweghahn *n* in das Gefäß *a* zu pumpen zwecks schneller Säurebildung. Es ist hierbei darauf zu achten, daß die Kükenstellung des Hahnes *n* eine richtige ist, also der Durchgang nach dem Gefäß *a* geöffnet, dagegen der zu der Dampfrohrleitung *x* geschlossen ist. Nach jedesmaligem Pumpen bzw. Lüften ist der Durchgang des Dreiweghahnes *n* nach *a* zu schließen. Da aber bei der Säurebildung im Gefäße *a* die Zeit keine Rolle spielt, so ist es vorteilhaft, wenn etwa 16 bis 18° Säure hergestellt werden, zumal dann in das Hefengut eine entsprechend größere Anzahl Milchsäurestäbchen gelangt. Ist die gewünschte Säuremenge erreicht, so wird das Milchsäuregut bis auf 15° abgekühlt und bleibt alsdann bis zum anderen Morgen in diesem Zustande im Apparate sich selbst überlassen.

Zweiter Tag: Nun wird die Impfflasche *s*, nachdem sie vorher sterilisiert wurde, am unteren Hahn *m* von Gefäß *a* angeschraubt. Durch Öffnen der Hähne *m* und *t* füllt sich die Impfflasche mit Milchsäuregut an. Nachdem man sich durch äußerliches Klopfen an der Impfflasche überzeugt hat, daß sie sich auch voll gefüllt hat, schließt man die drei Hähne *m*, *r*, *t*, schraubt die Impfflasche ab und stellt sie bis zum Gebrauch am anderen Tage an einen kühlen Ort. Der im Gefäß *a* verbliebene Rest von milchsaurer Maische wird nun entweder in einen Eimer oder ein sonst hierzu geeignetes verschließbares Gefäß abgelassen und bis zur Verwendung als Aussaat zur Seite gestellt. (Jetzt beginnt die Reinigung des Apparates, wie eingangs beschrieben.)

Von dieser Beschreibung der Arbeit mit dem Apparat wird nur dann abgewichen, wenn zur ersten Impfung von einem wissenschaftlichen Institut ein Fläschchen Reinkultur von 100 ccm zur Aussaat verwendet wird.

Selbstverständlich muß die Impfflasche nach der Entleerung erst mit kaltem Wasser ausgespült und vor jedesmaligem Gebrauch in kochendem Wasser sterilisiert werden und kann, ohne abgekühlt zu sein, zur Füllung an den Apparat sofort angeschraubt werden. Will man ganz sicher gehen, daß keine Infizierung während des Anschraubens der Impfflasche am oberen oder unteren Hahn (*m* und *r*) stattfinden kann, so bestreicht man die Hahnmündung

des Apparates und der Impfflasche mit Brennspiritus und schraubt während dessen Abbrennens die Impfflasche auf den Apparat.

Die einzelnen Operationen spielen sich also so nacheinander ab:

1. $^1/_4$ stündiges oder längeres Sterilisieren des Apparates.
2. Befüllen desselben mit verzuckertem Hefengut.
3. Bei gehendem Rührwerk Aufkochen des verzuckerten Hefengutes auf 100° und eventuell nach Belieben stehen lassen.
4. Abkühlen des Hefengutes auf 58 bis 59°.
5. Impfung durch Impfflasche zur Einleitung der Säurung.
6. Milchsäurungsperiode, bis die erwünschte Säure gebildet ist.
7. Befüllen der Impfflasche zur Fortpflanzung der Milchsäure am anderen Tage.
8. Abfüllen des Restes der gebildeten Milchsäure aus dem Apparat in ein verschließbares Gefäß oder einen Eimer mit Deckelverschluß.

Der Verfasser empfiehlt die Einhaltung einer Säurungstemperatur von 55 bis $58^3/_4{}^0$ aus oft dargelegten Gründen, da für die Hefenfabrikation nur hoch gesäuerte Maischen den peptatischen Abbau bringen, der um so geringer ist, je niederer gesäuert und je schneller die Säure erhalten wird.

c) Die Buttersäure- und Butylalkoholbazillen.

Diese gehören zu jenen Spaltpilzen, deren Tage eigentlich im Gärungsbetrieb gezählt sind, die nur dann vorkommen können, wenn irgend ein Grundgesetz der Arbeit vernachlässigt wurde. Außerdem erklärt sich ihr stellenweise unverhofftes Auftreten selbst bei bester Arbeit aus der Tatsache, daß diese Erreger Sporen bilden, die ja bekanntlich gegenüber den vegetativen Formen, den Bazillen selbst, eine große Widerstandskraft besitzen. Diese Bazillen treten manchmal im Laboratorium in Maischen dickerer Konzentration auf, die doch längere Zeit der Einwirkung von strömendem Wasserdampf ausgesetzt waren. Im Lüftungsverfahren nun mit den dünnen Maischen, die in kurzer Zeit zu genügender Milchsäurebildung gebracht werden, ist die Tätigkeit der Buttersäurebildner nicht gut denkbar. Bei Erzeugung reiner Milchsäure können die Temperaturen so hoch gehalten werden, daß eine Temperaturerniedrigung, wie sie diese Bazillen brauchen, nicht eintritt. Im alten Verfahren sind sie denkbar in den Hefensätzen. Dort bildet sich über der dicken Maische eine Haut, die eintrocknend einen glatten Abschluß, eine straff gespannte Decke bildet. Ganz vereinzelt wird man dann da kleine Bläschen durch die Decke durchbrechen sehen, manchmal am Rand, wo die Decke das Holz berührt. In diesem Falle handelt es sich um eine sehr geringe Infektion von Buttersäurebazillen, was meist auch am Geruch zu erkennen ist. Denkbar ist nun, daß hier eine Spore dieser Bazillen, die den Maischprozeß unbeschädigt durchmachten oder bei der Reinigung der Holzgefäße der Vernichtung sich entzogen bzw. nicht entfernt wurden, unter der Decke zur Entwickelung gelangt, besonders wenn vielleicht bei allzulanger Säurung die direkt unter der Decke liegende Maische sich etwas tief abkühlen konnte (s. Hefensatzbereitung). Wenn also auch diese etwa durch ein einzelnes Bläschen sich zeigende kleine Infektion völlig gefahrlos und bei richtiger Arbeit ein Umsichgreifen derselben absolut ausgeschlossen ist, so ist doch zu bedenken, daß selbst eine sehr geringe Infektion schon einen stark giftigen

Einfluß auf die Gärung auszuüben vermag, also trotzdem stets auch dieser Gefahr noch Rechnung getragen werden muß. Nichts ist für die Gärungsindustrie gefährlicher, als ein wenn auch noch so begreifliches Sich-in-Sicherheit-Wiegen.

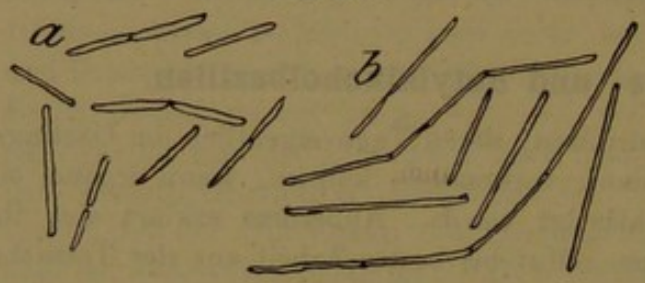
Wie schon erwähnt, bilden diese Bazillen Sporen. Während ihrer Lebenstätigkeit bilden sie aus Zucker bei Gegenwart stickstoffhaltiger Substanzen Buttersäure bei gleichzeitiger Entwickelung von Kohlensäure und Wasserstoff. Ein Teil dieser Bazillen erzeugt bei der gleichen Gasbildung statt Buttersäure Butylalkohol. Vielleicht vollziehen sich beide Prozesse nach den Gleichungen

$$C_6H_{12}O_6 = \underset{\text{Buttersäure}}{C_4H_8O_2} + 2\,CO_2 + 2\,H_2$$

$$C_6H_{12}O_6 = \underset{\text{Butylalkohol.}}{C_4H_{10}O} + 2\,CO_2 + H_2O$$

Wie aus dem Zersetzungsvorgang sich ergibt, ist die Tätigkeit dieser Bazillen eine solche, die unter Luftabschluß sich vollziehen kann. Die Buttersäureerreger sind auch fast alle anaërob, sie gedeihen am besten bei Luftabschluß. Teilweise verarbeiten sie auch die Stärke direkt, besser als Zucker; es gibt auch welche, die z. B. Milchsäure in Buttersäure zu verwandeln vermögen. Mit der Art ihrer Tätigkeit hängt es weiter zusammen, daß sie im hängenden Würzetröpfchen nicht wachsen. Die unter dem Deckgläschen vorhandene Luft ist ihrem Gedeihen hinderlich. Unter Umständen kann man jedoch aus dem Nichtwachsen von als Buttersäure vermuteten Bazillen im Würzetröpfchen schließen, daß die Vermutung richtig ist und Buttersäureerreger vorliegen. Diese Bazillen sind überall vorhanden, auch auf allen Rohstoffen der Hefenfabrikation. Versetzt man eine abgekochte siedend heiße Würze mit Stärke, Hefe usw., mischt und verschließt sofort mit einem Kork, so wird gewöhnlich die die Buttersäurebildung begleitende Wasserstoffentwickelung so stark, daß der Kork ausgetrieben wird, und wir haben in der Probe Massen von Buttersäurebildnern. Durch die Impfung der heißen abgekochten Würze mit dem Untersuchungsmaterial sind alle nicht sporenbildenden Mikroorganismen, wie Milchsäure usw., abgetötet, weshalb wir dann — der Heubazillus braucht viel Luft — durch den Luftabschluß nur Buttersäureerreger erhalten (Fig. 139 und 140). Wer sich ein Bild dieser luftscheuen Wesen verschaffen will, kann, wie eben erwähnt, verfahren oder einen mit etwas Zucker (Melasse) versetzten gekochten Stärkekleister mit etwas Käse impfen und im verschlossenen Gefäß beiseite stellen. In ganz kurzer Zeit setzt Gasentwickelung ein.

Fig. 139.



Buttersäurebakterien in spontan gärenden Flüssigkeiten. *a* Zellen aus einer pasteurisierten 5 proz. Roggenschrotaufschwemmung nach 8 Tagen bei 30°; *b* Zellen aus einer pasteurisierten Malzschrotaufschwemmung nach 3 Tagen bei 30°. Mit Jod färben sich in beiden Fällen die Zellen blau. Einfache Präparate. (1000fach.)

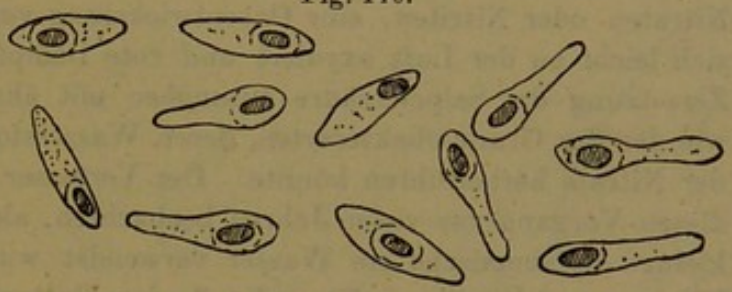
Manche dieser Erreger sind beweglich und zeigen eine große Veränderungsfähigkeit ihrer Formen, die bei ganz geringem, spurenweisem Luftzutritt sich mehr als schnellbewegliche Stäbchen und bei völligem Luftabschluß als läng-

lich ovale Zellen darstellen. Deren Ausbauchung kann symmetrisch oder asymmetrisch sein, so daß trommelschlegelähnliche Gebilde entstehen.

Beijerinck, der sehr viel über diese Erreger und ihre Tätigkeit gearbeitet hat, faßt die Gruppe unter dem Namen Granulobakter zusammen. Diese Bezeichnung hängt damit zusammen, daß diese Bazillen in ihrem Zellinhalt Granulose aufspeichern können, einen stärkeähnlichen Körper, der mit Jod Blaufärbung gibt. Beijerinck beschreibt zwei Arten, Granulobacter saccharobutyricum und Granulobacter butylicum, bildet also zwei Gruppen, je nachdem Butylalkohol oder Buttersäure erzeugt wird. Zwischen beiden gibt es Übergangsformen, wie ja auch mit steigendem Säuregrad des Nährbodens mehr Butylalkohol und weniger Buttersäure entsteht.

In den Wuchsformen sind beide Arten auch ziemlich ähnlich, teilweise haben sie die Spindelform, d. h. sie bilden Stäbchen mit einer starken Ausbauchung in der Mitte oder an einem Ende, die Schlegelform, oder nur die Stäbchenform. Eigen ist diesen Arten ein gutes stärkelösendes Vermögen, ein Gehalt an einem diastaseähnlich wirkenden Enzym. Die Optimaltemperatur liegt für diese Erreger bei 35 bis 37°; bei 50° ist ihr Gedeihen unmöglich. Die Sporenbildung aber, die auch sehr häufig oder immer die bauchige Form dieser Bazillen verursacht, ermöglicht ihnen, solche Temperaturen zu überstehen. Wird nun die Maische der Milchsäurebildung bei 50 bis 60° überlassen, dann bildet die entstehende Säure den Schutz gegen die Entwickelung der Sporen, die nur möglich und erfolgreich ist, d. h. zur Infektion führen kann, wenn eine säuernde Maische sich langsam auf die Temperatur von 35 bis 37° abkühlen würde. Nur dann können auch die der Siedehitze entgangenen Sporen zur Entwickelung kommen. Da eine derartige Abkühlung strengstens vermieden wird, so ist auch das Vorhandensein von Sporen der Buttersäureerreger ohne Gefahr. Wenn übrigens bei 50° eine größere Menge von Milchsäure gebildet ist, so nützt den Sporen der Buttersäureerreger auch die Abkühlung auf ihr Optimum nichts mehr.

Fig. 140.



Butylalkoholpilz. Reinkultur in Roggenschrotaufschwemmung. Die Zellen sind spindelförmige „Clostridien" oder trommelschlegelförmige „Plectridien". Sie enthalten sämtlich Sporen. Einfaches Präparat. (2000fach.)

Aber für jede richtige Milchsäurebildung im Betriebe muß als Hauptregel gelten: Vermeidung von Temperaturen unter 50° während der Säurung, dann kann eine Buttersäure-Infektion gar nicht in Frage kommen. Diese konnte damals noch eintreten, als die vielleicht schwach gesäuerten Hefenmaischen langsam auf die Temperatur von 20 bis 25° abgekühlt wurden für den Zusatz der Hefe. Durch die jetzt gebräuchlichen Vorrichtungen ist das aber ausgeschlossen. Im alten Verfahren, in den Hefenmaischen, in denen eine wirkliche Infektion durch Buttersäurepilze erfolgt ist, läßt nicht nur die durchbrochene Decke, sondern auch der Geruch keinen Zweifel übrig; auch die gärende Hefenmaische hat ein anderes Aussehen und einen um so bittereren Säuregeschmack, je größer die Buttersäure-Infektion ist; denn Milchsäure schmeckt rein sauer.

Die Stäbchen der Buttersäureerreger sind wohl durchschnittlich doppelt so groß, d. h. lang und breit wie die der Milchsäureerreger, doch treten sie auch in Größen auf, die eine direkte Unterscheidung von Milchsäureerregern schwer machen. Oft hilft da die Zugabe von Jod, das die Granulose der Buttersäureerreger blau färbt; Milchsäurebildner enthalten keine Granulose. Und die leicht kenntlichen Clostridium(Spindel)formen treten ja fast nur bei völligem Luftabschluß auf, also unter Umständen, die in der Praxis des Betriebes nicht zutreffen. Deshalb gilt auch als Regel, daß eine richtige Arbeit im Betrieb jede Buttersäure-Infektion ausschließt.

Kurz erwähnt sei noch, daß bei dem Buttersäureerreger beide Formen, die Stäbchen und Clostridien (Spindeln, Schlegel), Bewegung zeigen; bei Granulobacter butylicum bei Luftabschluß nur die Clostridien, bei Luftzutritt aber auch die Stäbchen. Während bei Granulobacter saccharobutyricum die Buttersäure-, Kohlensäure- und Wasserstoffbildung gleich beginnt, erzeugt Granulobacter butylicum, solange Sauerstoff vorhanden ist, zuerst nur die Gase und erst nach dem Sauerstoffverbrauch auch Butylalkohol (Siedepunkt 117°).

Früher wurde in seltenen Fällen in viel salpetersaure Salze enthaltenden Melassemaischen, ganz selten auch in Getreidemaischen bei Gegenwart von Nitraten oder Nitriten, eine Gasentwickelung von Stickoxyd beobachtet, das sich leicht an der Luft oxydiert und rote Dämpfe bildet. Man bringt diese Zersetzung der Salpetersäure zusammen mit ähnlicher bakterieller Tätigkeit wie der der Granulobakterarten, deren Wasserstoffbildung ja eine Reduktion der Nitrate herbeiführen könnte. Der Verfasser konnte nur ein einziges Mal diesen Vorgang vor vielen Jahren beobachten, als bei einem Versuch zu einer kleinen Hefenmaische ein Wasser verwendet wurde, das starken Gehalt an Nitraten und Nitriten hatte und außerdem Buttersäurebazillen enthielt, so daß oben erwähnter Zusammenhang zutreffen dürfte.

d) Die Essigsäurebakterien.

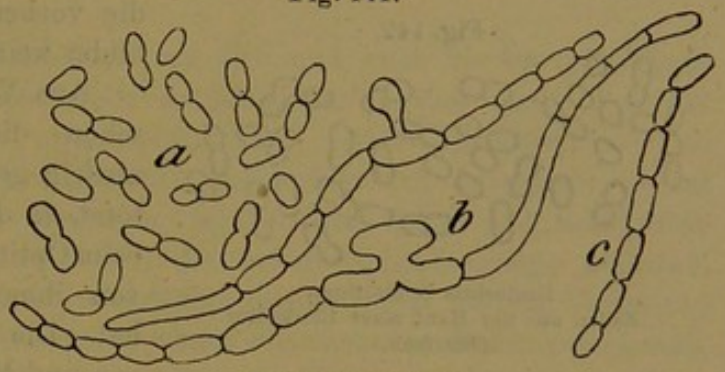
Diese Gruppe, deren Einteilung wie diejenige der vorgehenden Mikroorganismen auf große Schwierigkeiten stößt, hat an Interesse für die Brennerei und Hefenfabrikation in dem Maße verloren, als die fortgeschrittene Technik diesen Gegner ebenso wie die Buttersäureerreger völlig aus dem geordneten Betrieb auszuschalten verstanden hat. Wir wissen ja, daß manche in der Hauptsache Milchsäure bildende Bazillen doch nebenher noch Essigsäure bilden (Bacillus Wehmeri, Flockenmilchsäurebazillen) und daß manche Essigsäurebildner wie jene Flockung der Hefe hervorrufen können. Die Essigsäurebakterien selbst erzeugen aber diese Säure ausschließlich, nur in verschiedenem Maße und aus verschiedenen Nährstoffen. Man unterscheidet deshalb auch wieder in solche, die die Essigsäurebildung so betreiben, daß sie zu fabrikmäßiger Arbeit herangezogen werden können, und die man so etwa die Kultur-Essigbakterien nennen möchte. Sie dienen zur Schnellessigfabrikation aus Spiritus, Wein oder Bier. Außerdem gibt es wilde Arten, die Essigsäure, ohne Gegenwart von Alkohol, aus Würze oder Maische bilden können, aber in so geringen Mengen, daß sie für die Essigsäurefabrikation völlig außer acht bleiben müssen.

Es sind dafür aber die, die allenfalls in den Brennerei- und Hefenmaischen sich ansiedeln, eine Essigsäurebildung verursachen können und des-

halb für uns allein in Betracht kommen. Es sind zwei Arten der sogenannten Maische- oder Würze-Essigbakterien: Bacterium oxydans und Bacterium industrium (Henneberg).

α) Bacterium oxydans (Fig. 141). Es findet sich häufig in untergärigem Bier und bildet sehr zarte Häute auf der Flüssigkeit; die Zellen der Hautbildung lösen sich leicht vom Verband und trüben, sich leicht verteilend, die Maische oder Würze. Sie haben das Größenverhältnis 2,4 bis 2,7 : 0,8 bis 1,2 μ, sind also zweieinhalb bis dreimal so lang wie breite Stäbchen mit etwas abgerundeten Ecken. Interessant bei den Essigsäurebildnern ist das Vermögen, leicht übergroße besondere Zellformen (hypertrophische oder Involutionsformen) zu bilden, und zwar bei den eine Kette bildenden Zellen. Unter diesen sind es meist die mittleren, die hypertrophisch werden, oft aber auch die Endglieder. Die Zellen werden abnorm groß, stülpen sich aus und entsenden manchmal von der Ausstülpung aus einen Seitenast mit etwas aufgetriebener Spitze. Die mittleren übermäßig werdenden Zellen bilden meist nur eine kopfförmige Ausstülpung. Doch kommen unter diesen anormalen Formen alle noch möglichen vor, ellipsoide, keulenförmige, tonnenförmige Zellen. Erhöhte Wachstumstemperatur oder längere Dauer der Kultur begünstigt diese Abnormität.

Fig. 141.



Bacterium oxydans.
a Schwärmzellen aus frischer Kultur in Bier (25°), *b* Involutionsformen, *c* Kettenbildung. (2000fach.)

Außerdem zeigt dieses Bakterium unter Umständen Bewegungsfähigkeit. Bei 30° ohne Bewegung, schwärmen die Zellen bei Temperaturen von 25° leicht. Bei dieser Temperatur beginnt die Beweglichkeit bald, dauert aber kurz; bei 18° fängt sie nach zwei Tagen an und hört erst nach fast zwei Wochen auf. Alte Kulturen schwärmen nicht mehr. Das Schwärmen selbst ist eine sehr schnelle Bewegung der Einzelzellen um ihre Längsachse, selten um ihre Querachse und trifft fast nur die zu 2 bis 4 zusammenhängenden Zellen.

Das Wachstumsoptimum liegt bei 18 bis 21°, das Maximum bei 30 bis 33° und die Niedersttemperatur bei 8°. Die Tötungstemperatur durch feuchte Hitze liegt bei 60°, durch trockene bei 100°. Das Bakterium säuert außer den bekannten Zuckerarten Dextrin, Alkohol, Propylalkohol, Glykol, Glyzerin, Mannit; eine außerordentlich vielseitige Fähigkeit. Ob das in den Essigbildnern von Buchner und Meisenheimer gewonnene Enzym der Essigbildung allen Arten gleich ist und aus allen Nährlösungen die gleichen Produkte entstehen, ist noch nicht festgestellt.

In Maltoselösung (8 Proz. in Hefenwasser) ergab dieses Bakterium starke Säurung. In Maische oder Würze, die 1 Proz. Milchsäure enthalten, geht dieser Erreger noch an, nicht mehr bei 2 Proz.: ein Beweis, daß er unter Umständen im Betrieb vorkommen und wachsen kann. In Nährlösung, der 1,5 bis 2 Proz. Essigsäure direkt zugegeben wird, kommt der Pilz nicht auf. Alkohol verträgt er ziemlich viel. Die gebildete Essigsäure wird von ihm nicht weiter angegriffen.

β) Bacterium industrium (Fig. 142). Es findet sich häufig in Preßhefe, aus der es isoliert bzw. angereichert werden kann, und bildet auf Würze eine dickliche, schleimige, grauweiße Haut, die sich beim Schütteln der Masse in Flocken löst und zu Boden sinkt. Hypertrophische Zellformen liefert der Pilz sehr schwer und nur bei Temperaturerhöhung und langer Dauer der Kultur.

Die Zellen haben das Größenverhältnis 1,6 bis 1,8 : 0,8 bis 1,2 μ, finden sich häufig einzeln, seltener in Reihen und haben die Form von kurzen Stäbchen mit stark abgerundeten Ecken oder sind oval bis kugelig.

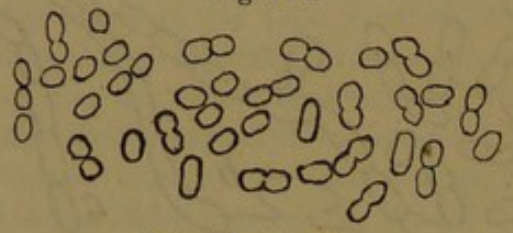
Die Zellen dieser Art schwärmen auch, benötigen dabei aber allem Anscheine nach Sauerstoff. Große Essigsäuremengen stören. Das Temperaturmaximum für das Wachstum liegt bei 35°, das Optimum bei 23° und das Minimum bei 8°.

Maltose wird stark gesäuert; Dextrin schwächer unter Gelatinierung.

Die Säurung verläuft am besten bei 21°, gerade noch bei 28° und bei 10°. Auch diese Art bildet höchstens 2,5 Proz. Säure; verträgt aber, wie die andere Art, ziemlich viel Alkohol.

Mit Jod erfolgt keine besondere Reaktion. Außer Essigsäure tritt viel Aldehyd auf. Gegen Säurezusätze verhält sich das Bacterium industrium wie die vorher beschriebene Art. Sporen bildet keine der beiden Arten.

Fig. 142.



Bacterium industrium.
Zellen aus der Haut einer Bierkultur.
(2000fach.)

Aus Vorstehendem ergibt sich, daß schon die Verzuckerungstemperatur, niedrig genommen, diese Bakterien abtötet, so daß die Gärung, die eigentlich beim Optimum dieser Bakterien verläuft, von ihnen nichts mehr zu fürchten hat. Die vorhandenen Milchsäuremengen und Mineralsäuremengen, die meist noch zugesetzt werden, würden übrigens auch die Entwickelung der beiden Essigsäureerreger hindern. Wo heute noch im Gärungsbetrieb Essigsäure zu finden ist, kann es sich fast nur — wenn nicht eine durchaus nachlässige Arbeit vorliegt — um Unreinlichkeit handeln, um ungenügende Reinigung der Gefäße und Apparate, um allzulange gestandene, zu kalt gewordene Schlempe, Dinge, die, wie erwähnt, in einem geordneten Betrieb ausgeschlossen sind. Bei 0,75 Proz. Gehalt an Essigsäure tritt fast keine Gärung mehr ein, ein Fall, der aber unbedingt nach Lage der Dinge als ausgeschlossen betrachtet werden muß für jeden Betrieb, der auch nur die einfachsten Regeln der Gärungstechnik kennt und befolgt.

e) Die Schimmelpilze.

α) Allgemeines. Diese Pilze seien kurz erwähnt, weil sie, wenn auch nicht während der Arbeit, doch vereinzelt sonst auftreten und auf Fehler aufmerksam machen können. Daß z. B. verschimmeltes Grünmalz direkt vermieden werden soll und kann, haben wir unter Malzbereitung gesagt. Nicht als ob ein geringer Schimmelbelag der Maische irgendwie gefährlich werden könnte oder dem Malz selbst, solange das Korn ganz ist, nein. Aber er deutet auf mangelhafte Arbeit in der Mälzerei hin, bei der neben den Schimmelpilzen auch andere gefährlichere Mikroorganismen aufkommen können.

Daß sich auf Hefe, die älter ist, außen starke Schimmelpilzbeläge bilden, haben wir unter Hefenuntersuchung besprochen. Die Art des Pilzes wird hier bei der Prüfung auch weiteren Aufschluß geben können, weil diese Kulturen dann die Hefenoberfläche fast luftdicht abschließen und so Zersetzungsvorgänge in der Hefe vorbereiten können.

Schimmelpilze sind es auch, die in den Gärungsbetrieben so leicht an den Wänden aufkommen und stets wieder durch Tünchen mit Kalkmilch allein oder unter Zusatz eines Desinfektionsmittels entfernt werden müssen, weil sich doch auch in den feinen Verästelungen und Kulturen gefährliche Kolonisten ansiedeln und unerwünschte Infektionen hervorrufen können.

Für den Gärungsbetrieb als solchen sind die Schimmelpilze bei ihrer großen Empfindlichkeit gegen Alkohol und Säure ausgeschaltet. Sie kämen einfach nicht auf. Wo sie außerhalb der Gärung vorkommen, bedeuten sie immerhin einen Mangel an der Arbeit oder an Reinlichkeit und sind als Kennzeichen hierfür beachtenswert.

Besonders bemerkenswert ist aber bei manchen Pilzen der Gehalt an Enzymen diastatischer und zymatischer Art, der teilweise so hervorragend ist, daß darauf eine völlig selbständige Art der Spiritusgewinnung aufgebaut werden konnte.

Die Verzuckerung geht ohne Malz vor sich und auch die Gärung würde sich ohne Hefe vollziehen, aber doch zu langsam, so daß dieser Teil der Fabrikation durch Hefengabe unterstützt wird. Dieses Verfahren — von Dr. Calmette in Lille zuerst eingeführt und erfolgreich ausgebaut — hat auch den Vorteil, daß in geschlossenen Gefäßen und damit mit Reinkultur gearbeitet werden kann, wodurch sich die hohen Spirituserträge erklären. Bis jetzt ist hauptsächlich Mais so verarbeitet worden. Der zu dem Verfahren reingezüchtete Schimmelpilz entstammt einem Gemisch von Mikroorganismen, von Hefen, Bakterien, Schimmelpilzen, wie es in China als „Hefe“ zum Verkauf gelangt und als Verzuckerungs- und Vergärungsmittel verwendet wird. Calmette isolierte daraus 60 verschiedene Kolonien, darunter 30 von Bakterien, 20 von Hefen und 10 von Schimmelpilzen, die meist der von ihm isolierten und studierten Gattung Amylomyces Rouxii angehörten, die besonders stark ausgeprägte diastatisch-zymatische Tätigkeit ausüben, weshalb er sie seinem Verfahren zugrunde legte.

Sonst seien von den auf Grünmalz, Hefe oder den Wänden vorkommenden Pilzen erwähnt:

β) Oïdium lactis. Dieser Pilz findet sich am häufigsten als weißer Überzug auf Preßhefe und Grünmalz, manchmal an den Wänden von schlecht gereinigten Gärbottichen.

Mit bloßem Auge ist er leicht von anderen Arten zu unterscheiden. Unterm Mikroskop sieht man lange sogenannte Mycelfäden, aus einzelnen Zellen bestehend. Die Mycelfäden stoßen an ihren Enden einzelne Glieder ab, die ganz hefenähnlich aussehen und wieder zu Mycelfäden auswachsen.

γ) Cladosporium herbarum. Das ist der Pilz, der in den Brennerei- und Hefenfabrikationsräumen die großen graugrünen Kolonien bildet. Die gelbbraunen Mycelfäden, aus einzelnen Zellen bestehend, senden seitlich Fruchtträger aus, die ihrerseits wieder die grünen Sporen abschnüren.

δ) Penicillium glaucum. Der grüne Pinselschimmel findet sich meist auf den verletzten Körnern von Grünmalz und hat einen charakteristischen

Geruch, den man allgemein heute eben als „schimmlig“ bezeichnet, weil er nicht näher definiert werden kann. An sich ungefährlich, kann der Pilz nur in sehr großer Verbreitung zu schaffen machen. Die aus Einzelzellen sich aufbauenden Mycelfäden sind weiß, entsenden seitlich die Conidien(Sporen)träger, die ihrerseits die Sporen wie Perlschnüre abstoßen. Der an und für sich weiße Pilz erhält erst durch die Sporen das grüne Aussehen. Er enthält Diastase.

ε) Aspergillus glaucus. Dieser vom vorigen mit bloßem Auge kaum zu unterscheidende Pilz zeigt unterm Mikroskop keine pinselförmigen Conidienträger. Vom kolbenartig verdickten Ende eines Mycelfadens entspringen nach allen Seiten flaschenförmige Zellen, die selbst erst die blaugrünen Sporen absenden; ein Bild vergleichbar dem der Brause einer Gießkanne entströmenden Wasser, woher der Pilz seinen deutschen Namen „Gießkannenpilz“ trägt.

ζ) Mucor stolonifer. Er findet sich häufig auf Malz, hat eigentlich weißes Mycel, dessen Farbe aber durch die bei der Reife schwarzen Träger der Sporen verdeckt wird. Bemerkenswert an den Mucorarten ist die Bildung von ganz hefenähnlichen Sproßzellen und der Gehalt an Diastase, Invertase und Peptase.

5. Ihre Einleitung.

I. Allgemeines.

Wenn auch in den ältesten Zeiten der Brennerei mit dem sogenannten Maischen auch das Anstellen insofern beendet war, als man einfach den mit den Rohstoffen in die Maische gelangten Hefen die Arbeit überließ, so war man doch bald dazu gelangt, um die Gärung zu beschleunigen, entweder hefenhaltige Maische einer vorhergehenden Gärung der neuen Maische zuzusetzen oder aber Hefe, natürlich damals Bierhefe, ober- oder untergärige, wie sie sich eben darbot. Aus der Geschichte der Preßhefenfabrikation haben wir nun gesehen, daß man bald den größeren Wert der Bieroberhefe erkannte; hörte man doch damals des öfteren Klagen über Mangel an solcher Hefe.

Diese Entwickelung der Dinge brachte es mit sich, daß damals Brauerei, Brennerei und Essigfabrikation oft in einem Betrieb beieinander waren. Jedenfalls war bald genug der Wert erkannt worden, den Eintritt und Verlauf der Gärung durch Zusatz eines Erregers zu beschleunigen. Und wie damals, vollzieht sich das heute noch in dreierlei Art, bei der schon die Erkenntnis zutage trat, daß z. B. die benutzte Brauereihefe anfänglich nicht die gewünschte Arbeit tat, sondern erst, wenn sie längere Zeit in der Brennerei im Betrieb war, daß also eine Brennereihefe was anderes sein müsse als eine Brauerhefe. Man verfuhr nun in der Weise, daß man entweder jedesmal frische Bierhefe zur neuen Maische zusetzte oder aus einer stark gärenden Maische eine größere Menge herausnahm, kaltstellte und in die nächste Maische zugab oder — und das ist das Wichtige und Neue — eine besondere kleine Maische herstellte, mit Hefe angären ließ und nun diese Vormaische als Erreger der Hauptmaische zugab.

Die direkte Zugabe der Stellhefe in die Hauptmaische ist heute noch üblich in den Melassespiritus- und Lüftungshefenfabriken. Und wenn die Melassespiritusfabriken täglich mit Bierhefe ihre Maischen anstellen, so ist

das nicht bloß billig, sondern auch zweckmäßig, weil eben (siehe Raffinose und Melasse) die Bierhefe gerade Melasse am besten verarbeitet, bzw. am weitesten vergärt und höchstens in der Weinhefe noch einen ebenbürtigen aber teueren Konkurrenten hat.

Sonst ist aber überall jetzt in Brennereien und Preßhefenfabriken alten Verfahrens üblich, die Gärung durch eine besonders bereitete sogenannte „Kunsthefe" einzuleiten, durch eine „Satzmaische", die besonders gemaischt und nicht ganz vergoren der Hauptmaische zugesetzt wird.

Die Einführung dieser „Kunsthefe" war einer der wichtigsten Momente der Gärungstechnik. Der Erfinder ist uns unbekannt. Möglich, daß der Sauerteig der Bäckerei als Vorbild diente, mit dem der Hauptteig angestellt wurde; sicher ist, daß die Kunsthefenbereitung — geheimnisvoll wie das ganze Gebiet behandelt wurde — jedenfalls lange vorher geübt worden war, ehe davon etwas in die Öffentlichkeit drang. Die Kunsthefenbereitung in ihrer Entwickelung ist so auch das Bild der Entwickelung der Brennereiindustrie überhaupt. 1760 etwa lesen wir von einem Kameralist Justi, daß etwas klare Maische mit Hefe und Roggen- oder Gerstenmehl versetzt, wenn stark in Gärung, zu $^4/_5$ zum Anstellen der Hauptmaische, $^1/_5$ zum Anstellen neuer „Kunsthefe" verwendet wurde. Also keine Säurung — nicht einmal eine Kontrolle der Arbeit durch Thermometer. 1772 wird schon Hopfen als Zusatz vorgeschlagen. 1793 gibt Westrumb eine ausführlichere Beschreibung mit Temperaturangaben, sogar Sauerteig wird als Erreger der Gärung verwendet, auch Hopfen als Schutzmittel. 1793 gibt Riem das „Geheimnis" kund: Maische aus Malz und Roggen mit Hefe oder Sauerteig oder süße Maische direkt mit Sauerteig versetzt — dabei die Empfehlung des Zusatzes von Holzasche! Die einsetzende Kohlensäureentwickelung wurde nicht als Folge der Abstumpfung der Säure erkannt, sondern als bereits einsetzende und so beförderte Gärung angesehen. 1817 folgt die Veröffentlichung von Hermbstädt, die ganz noch auf Westrumbs Ansicht fußt. 1831 kehrt sein Schüler Pistorius zu der direkten Anstellung mit Bierhefe zurück, denn die Kunsthefe sei unsicher. Doch verbessert er schon die Sache durch Verwendung von Schlempe zur Kunsthefenbereitung.

1833 empfiehlt auch Dorn (Schüler Westrumbs) Bierhefe wieder und die Abnahme von Mutterhefe aus der Hauptgärung! Er empfiehlt den Zusatz von Soda und sieht noch die folgende Kohlensäureentwickelung als Gärung an. Nun setzen schon die Arbeiten von Schwann, Cagniard-Latour und Pasteur ein, ohne allerdings gerade der wichtigen Kunsthefenbereitung zu dienen. Auch Lüdersdorff, der sonst viel für die Gärungsindustrie getan hat, konnte für die Kunsthefenbereitung keinen Fortschritt erringen, läßt er sie doch bei der Säurung einfach von selbst herunterkühlen auf die Anstelltemperatur. Trotzdem nun Pasteur bereits die Milchsäure kannte und beschrieben hatte, Schultze 1868 allerdings — ein wissenschaftlich gebildeter Praktiker — die Milchsäure als wichtiges Moment der Kunsthefenbereitung, wie vorher empirisch schon 1856 Trommer, erkannt hatte, war es erst Maercker vorbehalten, hier Klarheit zu schaffen und mit seinen Schülern die wichtigen Gesetze für die ganze Brennerei und Kunsthefenbereitung aufzufinden und festzulegen. Dazu kam die Arbeit Hansens, die zur Reinzucht führte, deren Einführung in den Brennereibetrieb das große Verdienst der Maerckerschen Schule ist.

War doch der Erfolg der stetig wachsenden Kenntnis über die Arbeit mit Reinkultur der, daß sie — weil die Reinzuchtarbeit aus leicht begreiflichen Gründen technisch, das ist im Großen kaum durchführbar ist — zur Ausbildung der Gesetze der „natürlichen Reinzucht“ führte, die, Delbrücks großes Verdienst, die Grundlage des ganzen modernen Brennereibetriebes wurde.

II. Die Kunsthefenbereitung.

a) Theoretisches.

Die Kunsthefenbereitung kann wissenschaftlich fast genau vom gleichen Gesichtspunkt aus betrachtet werden für die reine Brennerei wie für die Hefenfabrikation nach dem alten Verfahren.

Da die Maische dieses Verfahrens keiner Säurung unterworfen wird, also nichts weiter ist als eine aus den stärkemehlhaltigen Rohstoffen mit Malz bereitete und verzuckerte Maische, so ist nach dem, was wir über die Hefe und ihre Feinde und Freunde gehört haben, klar, daß die Hefe, die zur Erregung der Gärung in diese Maische gelangt, besondere Eigenschaften haben muß, um allein siegreich das Feld behaupten zu können. Sie muß also so gezüchtet sein, unter solchen Bedingungen, daß sie den an sie im speziellen Falle gestellten Aufgaben gewachsen ist. Die Hefenfabrikation nach altem Verfahren braucht eine Hefe, die ziemlich viel Alkohol erzeugen und ertragen und sich daher noch in erwünschtem Grade vermehren kann.

Wir wissen nun, daß die Milchsäure für die Hefe ein außerordentlich wichtiger Körper ist, weil ihn die Hefe in großen Mengen sehr gut erträgt, die ihren Gegnern, wilden Hefen und Nebensäurung bildenden Spaltpilzen direkt schädlich sind, die aber außerdem bei dieser Schutzwirkung eine Reizwirkung auf die Hefe ausüben, sie zu normaler, kräftiger Arbeit anregen. Für diese Reizwirkung spricht besonders auch der Umstand, daß z. B. die Hefensätze (Satzmaischen, Hefenmaischen, Kunsthefen) für die Hefenfabrikation höhere Säuregrade verlangen als für die reine Spiritusbrennerei. Wir brauchen also einen stark milchsauren Nährboden.

Da aber die Gegenwart der Milchsäure nicht über gewisse Grenzen hinausgehen kann, ohne auch der Hefe etwas nahe zu treten, so unterstützt man sie durch eine kräftige Alkoholbildung in der gärenden Kunsthefe, was zur Voraussetzung hat, daß diese Hefenmaischen eine stärkere Konzentration als die gewöhnlichen Maischen haben müssen.

Weiter müssen wir hier, wo wir die Saat der besten Arbeit erziehen wollen, auch sonst der Hefe noch alles bieten, was ihr zu Nutz und Frommen sein kann, Eiweiß genug, damit sie an Stickstoffverbindungen zu dem Aufbau ihrer Tochterzellen reichliche Auswahl hat.

Die Frage über die Art der Herstellung der Kunsthefe für die Hefenbereitung wird also besonders dadurch kompliziert, daß die Aussaathefe nicht bloß kräftig gären, sondern auch ebenso wachsen und gesunde Nachkommen erzeugen soll. Obwohl verschiedentlich Versuche gemacht wurden, die Milchsäurung des Hefengutes zu ersetzen durch Verwendung von technischer Milchsäure oder Mineralsäure — Verfahren, von denen später noch die Rede sein wird —, so ist doch in den Hefenfabriken alten Verfahrens noch fast ausschließlich die Satzbereitung mit Milchsäurung üblich.

Die Forderungen nun, die wir an ein richtig zusammengesetztes Hefengut stellen müssen, führen von selbst zur Verwendung von zwei Rohstoffen, deren Wert schon lange erkannt und gewürdigt war, Malz und Roggen.

Die zur Einleitung der Gärung der Satzmaischen nötige Hefe wird in den Hefenfabriken nach altem Verfahren täglich aus der erzeugten Hefe der Hauptarbeit genommen, so daß man für diesen Zweck stets die zuerst abgeschöpfte Hefe vorbereitet und preßt, also jeweils nach Lage der Dinge den besten Anteil der Erzeugung zur Aussaat benutzt. Für das alte Verfahren kann als Stellhefe nur solche aus diesem Verfahren, nie aber Lufthefe in Betracht kommen, die nur Wuchshefe ist und wenig Alkohol erzeugen und ertragen kann, also im alten Verfahren fast unmögliche Arbeit leisten müßte. Für das alte Verfahren muß eine alkoholbildungsfähige Hefe gewählt werden, die Alkohol gut erträgt, sich an die starke Milchsäuregabe gewöhnt und unter diesen beiden genügend sich zu vermehren vermag. Das Abnehmen von Mutterhefe — d. h. die Entnahme von gärender Hefenmaische, um sie, bis zur Verwendung kühl gestellt, der nächsten Hefenmaische nach der Verzuckerung und Säurung zuzugeben —, findet in Hefenfabriken nicht statt. Man erzeugt ja täglich Hefe und kann sich ganz nach Belieben die Stellhefe aussuchen. Als erstes Ausgangsmaterial verwenden manche Fabriken eigene Reinzucht ihrer Betriebshefe, manche Betriebe beziehen Reinkultur von wissenschaftlichen Instituten, viele Betriebe arbeiten eine bestimmte Zeitlang mit einer Hefe, die sie aus einer Fabrik des alten Verfahrens beziehen und, wenn für gut befunden, dem Betriebe als Aussaat in die Satzmaische übergeben. Merkwürdigerweise gibt es Hefen sehr gut arbeitender Betriebe, die einem anderen sich schlecht anpassen, d. h. wohl gute Hefe liefern, aber nicht die erwünschte und gewohnte Ausbeute daran. Dem Verfasser ist aus eigener Erfahrung bekannt, wie schwer es hält, die für den Betrieb passende Stellhefe von auswärts, ob Reinkultur oder Betriebshefe einer anderen Firma, zu bekommen. Manche bezogenen Stellhefen gewöhnen sich äußerst langsam in den neuen Betrieb ein; über eine geringe Ausbeute kommt man damit nicht hinaus. Erfahrungsgemäß und ganz natürlich bedeutet die Erneuerung der Stellhefe immer auch eine anfängliche Einbuße an Ausbeute. Ein Teil der neuen Hefe ist den ungewohnten Lebensbedingungen nicht gewachsen, bleibt zurück, und nur eine bestimmte Rasse wächst weiter, sich den neuen Verhältnissen anschmiegend. Auch die Reinkulturen bestimmter guter Rassen können über diesen Umstand nicht hinwegkommen. Denn so viele Betriebe, so viele Arbeitsweisen; außerdem bietet die Methode der Gewinnung der Reinkultur für die wachsende Hefe immer andere Begleitumstände als der Betrieb. Wo also erfahrungsgemäß eine gute Hefe eines anderen Betriebes des gleichen Verfahrens nicht zu haben ist, ist der Bezug von Reinhefe anzuraten. Bei richtiger Arbeit kann man lange die gleiche Hefe im eigenen Betriebe weiterziehen. Interessieren dürfte hier die Mitteilung, daß der Verfasser seinerzeit versuchsweise im alten Verfahren die Hefen einer großen Zahl von Betrieben bezogen und verarbeitet hat, aber keine darunter fand, die wie eine aus Frankreich bezogene sich gleich das erste Mal in der Gärung benahm, wie wenn sie zu Hause wäre. Die bezogenen Hefen waren sonst tadellos, aber arbeiteten sich langsam oder gar nicht ein. Die ausländische Hefe war also sicher einheitlicher Art.

Die Hefensatzbereitung will also die Züchtung einer besonderen für den Betrieb bestimmten Rasse, die möglichst viel gute Hefe und Spiritus zu erzeugen vermag. Die ausgesäte Hefe muß also im Hefensatz auf die Hauptarbeit vorbereitet, trainiert sein, was umgekehrt heißt, es müssen ihr in der Hefenmaische die Lebensbedingungen so günstig gewesen sein, daß nur ihre Art zur Fortpflanzung kommen konnte. Da sie auch viel Alkohol bilden soll, ist sie an diese Arbeit zu gewöhnen, also in einem entsprechend konzentrierten Nährboden aufzuziehen. Die Hefensatzbereitung muß demnach so geführt werden, daß bei Erzielung bester Verzuckerung und Eiweißaufschließung doch die angewandten Temperaturen genügen, um vorhandene Keime von Spaltpilzen zu töten, so daß diese nicht zur Entwickelung gelangen können, sondern nur die auszusäenden Milchsäurebazillen. Um auch die vorhandenen Sporen unschädlich zu machen, sind bei der Säurung hohe Temperaturen einzuhalten, bei denen die Sporen der Gegner nicht zur Entwickelung gelangen können. Statt Milchsäure kommen auch Zusätze da und dort zur Anwendung, wie Flußsäure, Salzsäure, Schwefelsäure, Buttersäure, Ameisensäure, Formaldehyd. An diese Gifte muß die Hefe zum Teil langsam gewöhnt werden. Doch kommt für die Hefenbereitung als Säure, unter der im Satze die Hefe aufwächst, fast nur Milchsäure in Betracht, entweder bakteriell gewonnen oder als technische Säure zugesetzt, oder Schwefelsäure, die entweder als freie Säure Schutzwirkung ausüben oder in einem besonderen Verfahren durch die von ihr in Freiheit gesetzten organischen Säuren wirken soll. Als Aussaat von Milchsäurebazillen kommt für den Beginn Reinkultur in Frage, weil dann von der ersten Satzmaische gesäuerte Maische entnommen, gekühlt und der nächsten Satzmaische zugegeben wird, auf welche Weise bei Einhaltung der für Milchsäure günstigen Temperaturen lange Zeit reine Säurung möglich ist.

Die Kunsthefenbereitung spielt sich nun in nachstehenden Operationen ab:

1. Herstellung der genügend zuckerreichen, gut verzuckerten Maische;
2. Aussaat einer Milchsäurebazillenkultur in diese Maische und Erzielung einer genügenden Säuremenge oder statt dessen Zusatz der technischen Milchsäure oder Schwefelsäure;
3. Aussaat von Hefe in das gesäuerte oder angesäuerte Hefengut;
4. Verwendung der „reifen“ Satzmaische in der Hauptgärung.

b) Die Rohstoffe.

Was die Herstellung der Hefenmaische (Satzmaische, Kunsthefe) anlangt, so ist, trotzdem für alle Betriebe ja die gleichen Gründe den Satz verlangen und die gleichen Gesichtspunkte die Art der Führung diktieren, doch gewiß, daß in jedem Betriebe eigene Bereitungsweisen in Übung sind, also von einem allgemein gültigen Rezept etwa nicht die Rede sein kann. Nichts ist mehr von lokalen Verhältnissen abhängig als die Gärungstechnik und in keinem Gebiete die direkte Übertragung erprobter Arbeitsweisen auf andere Betriebe schwieriger.

Schon die Art der Räume, der Apparate, die Größe des Betriebes bedingen kleine Änderungen, die herauszufinden Sache des betreffenden Leiters ist.

Darin herrscht wohl am meisten Übereinstimmung, daß für die Sätze (wie wir die Kunsthefe, Hefenmaische, Hefengut, Ansatz usw. auch nennen wollen) am besten Darrmalz und Roggen ist. Wohl wird da und dort auch Grün-

malz verwendet, aber nur da, wo auf hohe Konzentration des Satzes nicht sehr geachtet wird. Der Verfasser glaubt mit Recht sagen zu dürfen, daß zum Satze nur Darrmalz mit Roggen und kein Grünmalz verwendet werden sollte, wenigstens für die Hefenfabrikation. Will man mit Grünmalz gleiche Konzentration erreichen wie mit Darrmalz, dann werden die Sätze sehr dick, selbst wenn das Grünmalz zu einem feinen Malzmilchbrei zermahlen wird, was bei den geringen Wassermengen, die genommen werden können, überhaupt sehr erschwert ist. Außerdem ist Grünmalz ein Produkt, das bei regelmäßigster Arbeit nicht mit ungefähr ähnlichem Wassergehalt erhalten wird. Es gibt also leicht Konzentrationsdifferenzen, die gleichbedeutend sind mit Säurungsverschiedenheiten. Denn nicht nur die Säurung durch die Bakterien ist sehr abhängig von der Konzentration, sondern auch die Abkühlungsmöglichkeit. Die Malzkeime sind außerdem in diesem Falle ein unnützer Ballast, weil sie einerseits eine Masse Mikroorganismen mit hereinbringen, deren Abtötung ins Auge gefaßt werden muß, und andererseits als Stickstoffnahrung überflüssig sind, nachdem die übliche Roggengabe daran genug liefert. Außerdem verläuft die Säurung in den Satzmaischen nicht so leicht bei Grünmalzverwendung; die Milchsäurestäbchen verarbeiten lieber das etwas abgebaute Eiweiß des Roggens als die vielen Amidkörper der Keime, eine Tatsache, wegen der auch viele Lufthefenbetriebe wieder kleine Gaben von Roggen vornehmen, obwohl auch ohne ihn wohl Hefe erzeugt werden kann bei Gegenwart von Keimen als Stickstoffnahrung. Aber die Säurung verläuft in Maischen mit Roggen besser und reiner. Der Verfasser muß hiermit durchaus abraten, zu Satzmaischen Grünmalz zu nehmen. Diese müssen — wenn sie ihren Zweck für die Hefenbereitung erfüllen sollen — Konzentrationen haben, die mit Grünmalz nicht zu erzielen sind, wie wir weiter unten sehen werden.

An Darrmalz muß beste Ware, von guter Lösung, nieder abgedarrt zur Verwendung gelangen, desgleichen an Roggen stickstoffreiche beste Ware, wie überhaupt für die Satzbereitung das Beste gerade gut genug ist.

Malz und Roggen müssen sauber gereinigt und geputzt als Schrot vorhanden sein, der möglichst feine Mahlung des Mehlkörpers bei nicht zu feiner Zerschleißung der Hülsen bietet. Roggen kann etwas feiner genommen werden, da sein Spelz ohnehin nicht ins Gewicht fällt. Anders beim Malz, dessen Hülsen zur Deckenbildung nötig sind und deshalb wohl zerschlissen, aber nicht zermahlen sein dürfen.

Eine Absonderung der Hülsen beim Malz ist durchaus zwecklos; die außen anhaftenden Verunreinigungen müssen eben durch gutes Putzen und Polieren wenigstens für den Satzschrot so weitgehend als möglich entfernt werden. Die Vermutung, daß leichter eine reinere Säure erhalten wird bei Verwendung von Malzschrot, aus dem die Schalen abgebeutelt sind, mag ja zutreffen, wenn irgendwo nicht richtig gearbeitet wird. Übrigens kann doch die Absiebung der Schalen keine Befreiung des Schrotes von allenfalls am Malz vorhanden gewesenen Bakterien bedeuten, die sich auch beim Vorbrechen und Schroten längst dem ganzen Schrot mitgeteilt haben müßten.

Man reinigt für die Satzbereitung Darrmalz und Roggen bestens vor dem Schroten, erzeugt den Schrot von richtiger Feinheit (Mehlkörper fein, Hülsen nur zerschlissen) und überläßt das übrige der richtigen sachgemäßen Maischarbeit, die mit den unerwünschten Bakterien schon fertig wird. Und die Malzschalen sind zur Deckenbildung unbedingt nötig. Was das Verhältnis

beider Materialien anlangt, so verarbeiten viele Betriebe Darrmalz und Roggen zu gleichen Teilen. Der Verfasser hat das auch des öfteren versucht, ist aber infolge langer Erfahrung aus der Praxis dazu gekommen, auf 100 kg Darrmalzschrot 130 kg Roggenschrot zu nehmen. Verfasser hat mit Satzmaischen in diesem Verhältnis viel bessere Resultate erzielt als bei dem üblichen Verhältnis 100 : 100. Wiederholt sei darauf aufmerksam gemacht, daß für Satzschrot das beste Material genommen wird: der Satz bildet die Seele des ganzen Betriebes und kann, wenn er die auf ihn gesetzten Hoffnungen erfüllen soll, verlangen, daß ihm die Möglichkeit der Erfüllung in weitestem Maße erleichtert wird.

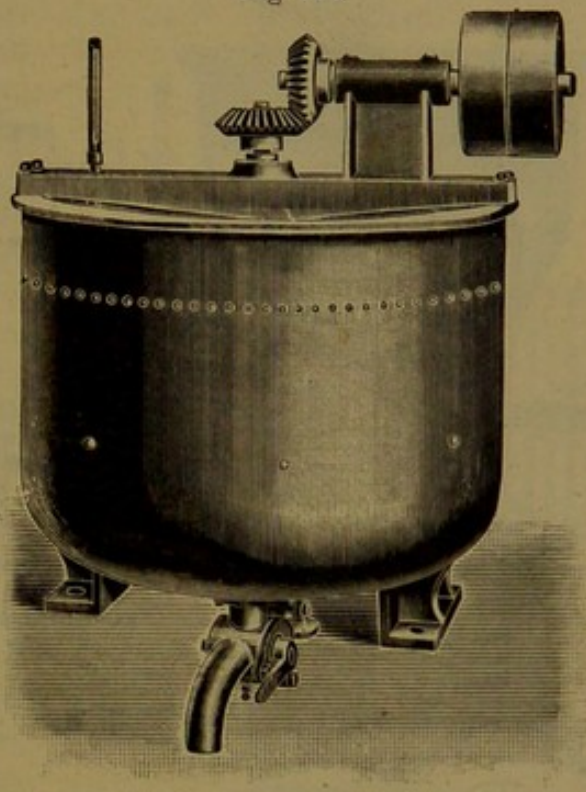
c) Die Maischung.

Bei diesem Vorgang kommt zuerst die Frage der Konzentration in Betracht, bei deren Beantwortung wir uns vergegenwärtigen müssen, was wir mit der Hefensatzbereitung wollen: eine durchgreifende Milchsäurung, unter deren Schutz eine kräftige Vergärung und Hefenbildung bis zur „Reife“ stattfindet, bis zu einem Alkoholgehalt, der sicher alle vorhandenen Gegner lähmt oder ausschaltet. Da die „Reife“ nicht Endvergärung bedeutet, sondern Höhepunkt der physiologischen Kraftentfaltung, so müssen also noch Mengen von unvergorenem Zucker und Extrakt vorhanden sein. Wenn aber der im gärenden Hefengut sich bildende Alkohol auf die vorhandenen Spaltpilze abtötend oder auf längere Zeit schwächend wirken soll, dann können Alkoholgehalte von 5 Proz. nicht in Frage kommen. Dann muß mit solchen gerechnet werden, die sich der Zahl 10 nähern. Erfahrungsgemäß wird diese Auffassung bestätigt, obwohl manche Untersuchungen und Beobachtungen für Bereitung dünnerer Satzmaischen zu sprechen scheinen, besonders die Tatsache, daß die Hefenvermehrung bei zwei Hefenmaischen, deren eine doppelt soviel Zucker hatte wie die andere in der gleichen Zeit dieselbe blieb. Das wäre ein Trugschluß; denn der Hefensatz soll ja nicht allein Hefenvermehrung geben, sondern Hefenvermehrung unter Begleitumständen, die geradezu das Gegengewicht dazu bilden müssen. Wenn die Hefe in den paar Stunden der Gärung des Hefenguts 8 bis 10 Proz. Alkohol erzeugen soll, dann kann von Vermehrung nicht viel die Rede sein, wohl aber von Wachstum unter besonderer Ausbildung der Zellen zu einem Höhepunkte physiologischer Arbeitsmöglichkeit, die nur gewährleistet ist, wenn sie die einzelnen Zellen enzymatisch zur Hauptarbeit ausrüsten konnte. Bei den beabsichtigten Alkoholgehalten kann also von besonderer Hefenvermehrung keine Rede sein. Nun haben dünne Satzmaischen den Nachteil, daß sie immer leichter abkühlen und deshalb ungleich säuern. Eine hoch konzentrierte Satzmaische hat aber den Vorteil, daß Spaltpilze in ihr gar nicht aufkommen können, während gerade z. B. Bacillus Delbrücki Zuckergehalte von 20 bis 25 Proz. sehr liebt. Der hohe Alkoholgehalt bewirkt aber auch eine Auslese unter der Hefe selbst, und, wenn die Hauptmaische mit dem Satz angestellt wird, eine kleine Alkoholgabe in diese, die nur schützend wirken kann. Nach dem Wissen des Verfassers arbeiten Hefenfabriken alten Verfahrens nirgends mit Maischen, die unter 24 bis 26° Balling haben, sondern mit solchen von höherer Konzentration. Verfasser selbst hat seine Hefenmaischen stets in hoher Konzentration geführt; die gesäuerte, frisch mit Hefe angestellte Satzmaische zeigte stets 28° Balling und die Satzmaische nach der Verzuckerung 30° Balling.

Während da und dort auf 100 kg Satzschrot 200 Liter Wasser genommen werden, nahm der Verfasser nur 165 Liter auf 100 kg Schrot und hatte damit stets bessere Erfolge als mit dünneren Konzentrationen. Hierher gehört auch die Frage, in welchem Verhältnis die Menge Schrot der Satzmaische zur ganzen Einmaischung stehen soll. Viele sind der Ansicht, daß $^1/_{10}$ der Einmaischung als Satzschrot vermaischt wird. Der Verfasser hat stets $^1/_8$ genommen, auf 2500 kg Gesamtmaischung 300 kg Satzschrot, so daß in die eigentliche Maische noch 2200 kg Schrot kamen.

Was die Bereitung der Maische anlangt, so kommt in Betracht, ob kleiner oder großer Betrieb vorliegt, ob solche in den einzelnen Satzständern vorgenommen werden kann oder in einem besonderen Maischer erfolgen muß, aus dem die Satzmaische dann auf die einzelnen Gefäße verteilt wird. In Großbetrieben, wie z. B. in den Wiener und französischen Betrieben, die große Jahresproduktionen im alten Verfahren herstellen, folgen die Hauptmaischen sehr rasch aufeinander, so daß auch die einzelnen Satzmaischen ziemlich nahe beieinander liegen. Da ist es zweckmäßig, unter Umständen in einer großen Operation Satzmaische für mehrere Hauptmaischen, also für viele Hefengefäße zu bereiten und in diese zur Säurung zu verteilen. Das hat nur die Weiterung eventuell zur Folge, daß die auf die einzelnen Hefengefäße verteilte Satzmaische beim Verteilen sich abkühlt und wieder auf die Anfangstemperatur der Säurung aufgewärmt werden muß; denn die Wandungen und der Boden der Gefäße absorbieren doch eine Menge Wärme. In solch ausgedehnten Betrieben wird dann die große Masse Satzmaische auch für sich geimpft, gesäuert, gekühlt und dann erst auf die Gärgefäße verteilt.

Fig. 143.



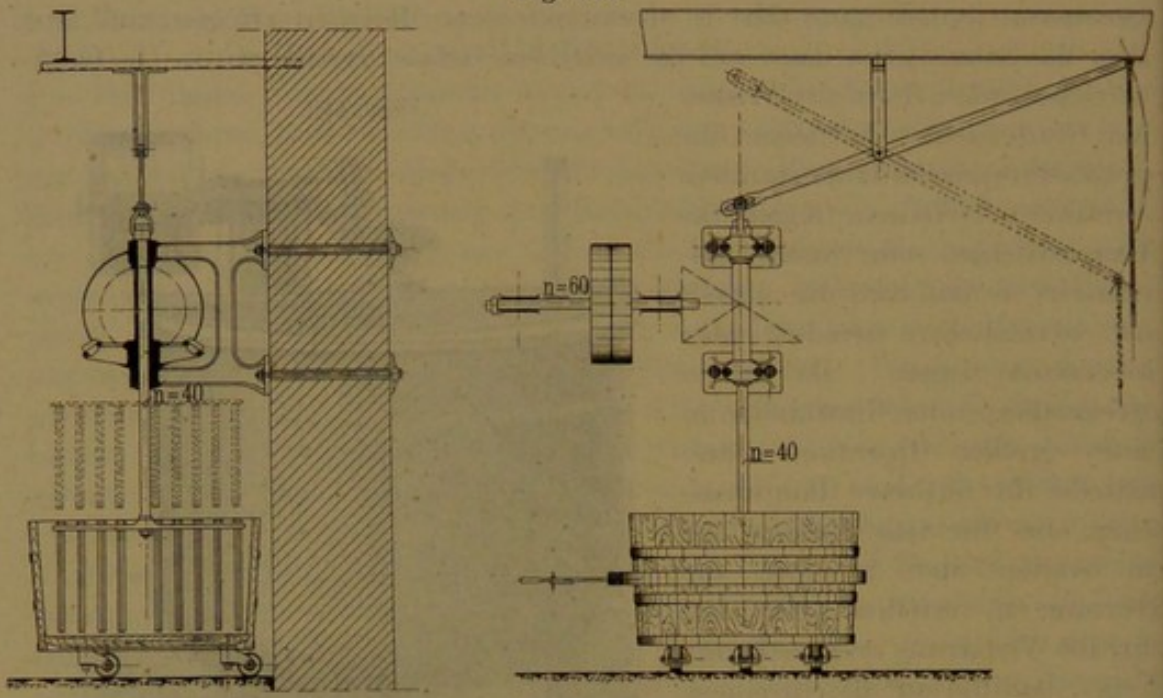
Satzmaischapparat mit Kupferauskleidung, in dem verzuckert, gesäuert und gekühlt werden kann.

Einen Satzmaischapparat (Fabrik Golzern-Grimma), in dem verzuckert, gesäuert und gekühlt werden kann, zeigt Fig. 143; er kann in verschiedener Größe geliefert werden und dient meist zur Darstellung der Satzmaische für eine Hauptmaische. Ein Verfahren, das der Verfasser sehr empfehlen möchte. Ob dann 10000 kg oder nur 2000 kg zur Verarbeitung gelangen, ist gleich; die Abmessung des Satzmaisch- und Säurungsapparates wird entsprechend größer, aber jede einzelne Hauptmaische ist von der anderen in bezug auf die wichtige Satzführung unabhängig, die dann genau nach Art der Maischung, Säurungsdauer usw. für alle täglichen Hauptmaischen gleich gehalten werden kann. Wo größere Mengen von Hefengut in einem größeren Apparat für mehrere aufeinanderfolgende Hauptmaischen erzeugt werden, treten immer für die einzelnen Satzmaischanteile Verschiedenheiten auf, weil wieder

das Anstellen der gesäuerten Maische sich nach dem Anstellen der Hauptmaische richtet. Deshalb möchte der Verfasser empfehlen, für jede Hauptmaische auch stets nur die entsprechende Menge Satz zu erstellen und zu führen, die Maischen also durchaus voneinander unabhängig zu machen. Das allein verbürgt absolut gleiche Arbeitsmöglichkeit. Und bei irgend einer maschinellen Betriebsstörung sind nicht mehrere, sondern immer nur eventuell eine Maische in Mitleidenschaft gezogen.

In Betrieben, in denen Hefe nach altem Verfahren erzeugt wird, wird wohl die Maischung von Hand kaum mehr vollzogen. Sie hat lange ihre Anhänger

Fig. 144.



Satzmaischmaschine von Louis Nagel, Karlsruhe.

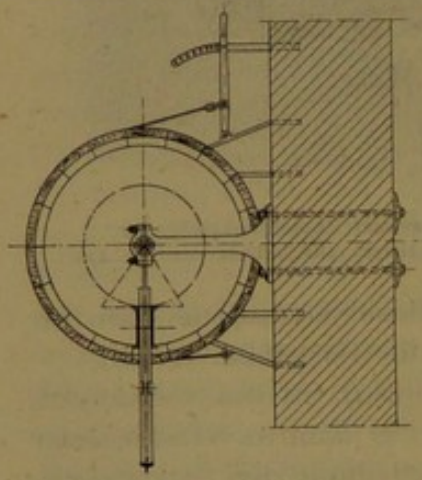
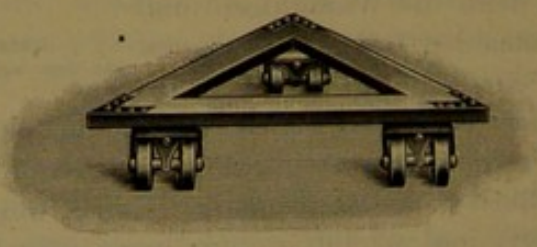


Fig. 145.

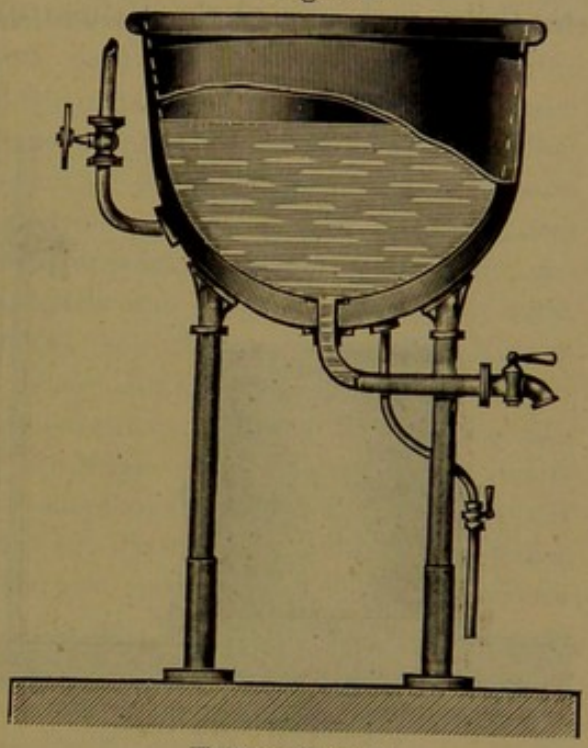


Rollkarre.

gehabt aus Gründen, die mit Neuerungssucht nichts zu tun haben. Für kleine landwirtschaftliche Brennereibetriebe ist die Handmaischung noch erklärlich, weil da die Anlagekosten einer Maischmaschine für den Satz sich wohl lohnen würden, aber angesichts der Möglichkeit, kleine Satzmaischen von Hand ja ganz gut maischen zu können, auch einen unverhältnismäßigen Aufwand bedeuten würden, zumal es sich sehr häufig pro Tag nur um 1 bis 2 Sätze handelt. Anders in Hefenfabriken, wenn man dickere Satzmaischen erstellt. Da dürfte sich selbst in kleinen Betrieben die maschinelle Arbeit wegen der größeren Zuverlässigkeit sehr oder sagen wir dringend empfehlen. Der Verfasser

hat stets die einzelnen Satzmaischen in den Gefäßen selbst gemaischt und dazu nebenstehend abgebildeten Apparat benutzt, wie er in Österreich und in Frankreich viel in Anwendung ist und von der Firma Maschinenfabrik Louis Nagel, Karlsruhe-Mühlburg (Baden), hergestellt wird. Wie aus den drei Bildern der Fig. 144 ersichtlich ist, besteht der Apparat in der Hauptsache aus einem einfachen Rührwerk, das hochziehbar ist, um die neuen Gefäße unterstellen und die bemaischten wegziehen zu können. Das Rührwerk macht 40 Umdrehungen in der Minute und wirkt sehr gut dadurch, daß die Zahl der Rührstäbe und deren Stellung beiderseits verschieden ist. Die Maschine kann für Satzgefäße jeder Form und Größe gebaut werden. Die Satzgefäße haben je drei angeschraubte Rollen oder stehen auf Rollkarren nach Art der Fig. 145. Werden die Rollen direkt am Boden des Gefäßes befestigt, dann ist dafür Sorge zu tragen, daß dieser nicht innen verletzt wird, die Schrauben nicht durchgehen; allenfalls muß zwischen Boden und Rolle ein Stück Holz gelegt werden. Sehr gut eignen ich aber auch die Rollkarren.

Fig. 146.



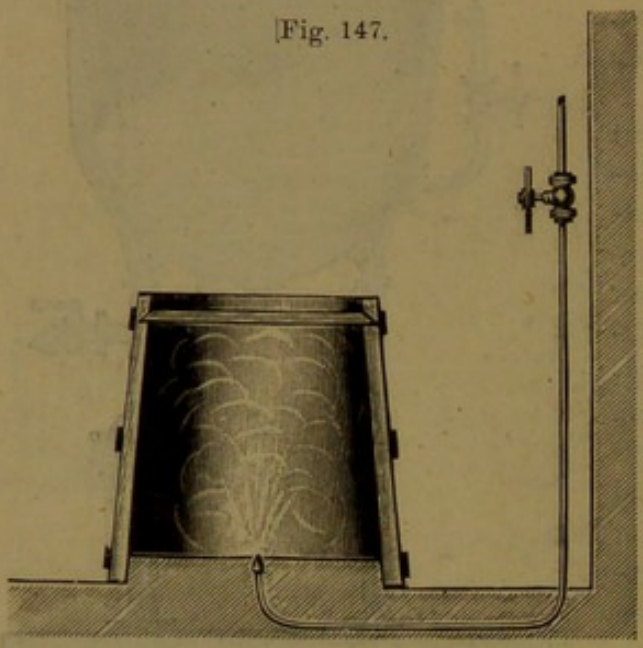
Heißwasserapparat.

Die Satzgefäße können mit einem auf der einen Seite befestigten, aber beweglichen Stahlband festgehalten werden, so daß das Rührwerk ohne anzustreifen sich bewegen kann, eine Arbeit, die sich rasch vollzieht, weil ja die Gefäße alle möglichst gleich sind bzw. sein sollen. Auf der anderen Seite ist das Stahlband mit einem Stift in dem Hebel festzustellen; der Hebel selbst ist wieder beweglich und in dem gekrümmten, mit Löchern versehenen Eisen verstellbar, so daß die einzelnen Gefäße ganz nach Belieben eingefügt werden können. Neben den Apparat kommt ein mit Skala versehener Heißwasserbehälter zu stehen, von dem ein bewegliches Rohr bis zu den eingeklemmten Satzgefäßen reicht. Von der anderen Seite mündet der Auslauf des Schrotbehälters ein, in den stets die für einen Satz bestimmte Menge hineinkommt. Der Heißwasserbehälter kann Wasser für mehrere Operationen fassen. Man bringt dieses zum Aufkochen und kann es auf die gewünschten Grade abkühlen lassen. Oder man kocht auf Vorrat auf, so daß eventuell noch etwas aufgewärmt werden muß. Als Heißwasserbehälter ist wegen der Anbringung einer genauen Skala ein zylindrisches oder viereckiges eisernes Gefäß zu wählen, das auf einem eisernen Gestell ruht. DasHeißwassergefäß wird mit Holz umkleidet und der Zwischenraum mit Sägemehl ausgefüllt oder die Isolierung auf eine andere Weise vollzogen. Der Behälter ist geschlossen und hat nur ein umgebogenes Entlüftungsrohr, durch das beim Kochen die Dämpfe entweichen können.

Die Firma Bohm stellt beifolgend abgebildeten Heißwasserbehälter her (Fig. 146), der ebenfalls neben dem Satzmaischapparat oder dem von Hand

zu bemaischenden Gefäß Aufstellung finden kann. Da die Abmessung des Wassers durch die Form des Apparates erschwert ist, wird in ihm die für die einzelne Satzmaische nötige Wassermenge nur aufgekocht oder bei Maischung von Handbetrieb diese beim Herauslassen abgemessen. Die Herstellung der Satzmaische vollzieht sich nun in folgender Weise. Die Satzgefäße werden nach der Entleerung gründlich gereinigt, gebürstet, mit Heißwasser ausgespült und am besten mit Dampf ausgedämpft (s. Fig. 147, eine Vorrichtung der Firma Bohm hierzu) und umgestürzt bis zur Verwendung stehen gelassen. Dann werden sie nochmals mit 70 bis 80° heißem Wasser ausgespült oder kurz ausgedämpft und nun bemaischt. Für den Fall, daß ein größerer Satz-Maisch-Säurungs- und Abkühlapparat für jede Hauptmaische vorhanden ist, wird dieser ebenfalls gründlich gereinigt, ausgedämpft und ähnlich bemaischt. Kurz einige Worte über die Form der Hefengefäße. Um eine gleichmäßige Temperierung durch die ganze Masse zu haben, sind weder sehr hohe noch sehr flache Holzbottiche zu empfehlen. Die einen würden sich sehr ungleich abkühlen, die anderen zu rasch. Sehr bewährt haben sich in der langjährigen Tätigkeit des Verfassers für eine Gesamteinmaischung von 1250 kg (also bei $^1/_8$ für Satz für eine Satzmaische aus 65 kg Darrmalzschrot und 85 kg Roggenschrot) Satzgefäße von folgenden Abmessungen: oberer innerer Durchmesser 1120 mm, unterer innerer Durchmesser 1060 mm, innere lichte Höhe 580 mm. Verwendet wurde meist amerikanisches Fichtenholz (pitch pine) oder ein einheimisches harzreiches Holz. Der Inhalt der Gefäße betrug etwa 540 Liter. Besonders möchte der Verfasser darauf aufmerksam machen, wie notwendig es ist, daß die Satzgefäße innen sehr sauber gearbeitet sind und eine glatte, leicht zu reinigende Oberfläche haben. Selbst das Ausdämpfen führt nicht immer zum Ziel, wenn die Gefäße rauhe Stellen oder gar kleine Vertiefungen haben, oder es müßte denn zu lange gedämpft werden, was dem Holz und seinen konservierenden Bestandteilen nicht dienlich wäre.

Fig. 147.



Ausdämpfvorrichtung.

Das Maischen selbst vollzieht sich anders als bei gewöhnlichen Maischen, weil die dicke Konsistenz dieser Sätze dies unmöglich macht. Rechnet man 30 Proz. (Ballinggrade) Zuckergehalt und die Hülsen dazu, so leuchtet ein, daß es sich um schwer bewegliche Massen handeln muß, ehe die Verzuckerung im Gange ist. Man arbeitet deshalb so, daß ein Teil des Malzes zuerst nur verflüssigend wirkt, also bei Temperaturen, bei denen auch die Verkleisterung der Stärke der Rohstoffe ziemlich vollständig ist, so daß zum Schlusse der Maischung das Malz leichter zu verzuckern hat. Für oben genannte Satzmaischen aus 65 bzw. 85 kg Malz und Roggenschrot (für 1250 kg Gesamtmaischung 12 Proz. derselben) werden 250 Liter Wasser verwendet. Der

Schrot wird in den neben der Maschine stehenden Behälter so eingefüllt, daß zuerst schwach die Hälfte des Darrmalzes, dann der ganze Roggenschrot und schließlich der Rest des Darrmalzes eingeleert wird.

Das vorher aufgekochte Heißwasser richtet sich in der Temperatur nach derjenigen des Arbeitsraumes und des Schrotes, der zweckmäßig speziell im Winter vorher schon einige Zeit in den Schrotkasten gebracht wird, damit er langsam wenigstens Zimmertemperatur annimmt.

Das Satzgefäß wird kurz vor der Arbeit noch mit heißem Wasser ausgespült oder besser kurz ausgedämpft, wodurch eine Durchwärmung des Holzes gleichzeitig mit der Sterilisierung eintritt; denn die bei der Kondensation von Dampf zu Wasser freiwerdende Wärme ist sehr groß. Das Wasser wird nun mit 80°, höchstens 85° genommen. Wenn die Satzgefäße richtig angewärmt sind und der Schrot nicht zu kalt ist, dürfte die Temperatur des Wassers mit 80° gerade recht sein, bei der die Verflüssigungskraft des Malzes am größten ist, wenn genügend Malz da ist. Man gibt nun 100 Liter des 80° heißen Wassers in das Satzgefäß, läßt das Rührwerk der Maschine laufen und gibt aus dem Schrotbehälter den zuerst eingeschütteten, also unten liegenden Darrmalzschrot langsam in feinem Regen zu, so daß keine Knollen entstehen. Sobald die Masse im Gefäße dick zu werden beginnt, ist auch beim einlaufenden Schrot schon etwas Roggen dabei. Dann läßt man aus dem Heißwasserbehälter gegen die Mitte des Rührwerks langsam Heißwasser zufließen, ebenso den Schrot, der also gleichfalls nun langsam eingelassen wird. Man reguliert Wasser- und Schroteinlauf so, daß von den 250 Litern Wasser für den Satz noch 25 Liter übrig sind, wenn aller Schrot, der Rest Malz zuletzt, eingelaufen und vermaischt ist. Dann läßt man einige Minuten laufen, bis eine gleichmäßige, dicke Masse vorhanden ist. Nun streift man mit einem scharf gegen den Rand zugehobelten Maischscheit, das mit heißem Wasser oder mit Dampf abgebrüht ist, die Innenwand des Satzgefäßes ab, um etwa angesetzten Schrot zu entfernen, was nicht der Fall ist, wenn der Schrot richtig langsam gegen die Mitte der Maische zu eingelaufen war. Sind die Wände frei befunden und die auf der Traverse des Rührwerks liegende kleine Menge Schrot mit sauberer Bürste in die Maische hineingefegt, so wird das Rührwerk eingerückt und einige Minuten laufen gelassen. Dann erfolgt der Zusatz der sauren Satzmaische, entnommen aus einer gut gesäuerten vorhergegangenen Satzmaische, oder einer bezogenen Reinkultur von Milchsäure (etwa 200 bis 300 ccm Reinkultur). Von der zur Milchsäureaussaat dienenden gesäuerten Satzmaische (betr. Entnahme siehe später unter „Anstellen der Satzmaische") nimmt man 3 bis 5 Liter auf die 65 + 85 = 150 kg Schrot und 250 Liter Wasser. Ist die Aussaat tüchtig eingerührt, dann läßt man die restlichen 25 Liter Heißwasser erst etwas oben über das Rührwerk und dann am Rande des Satzgefäßes einfließen (der Wassereinlauf muß ja beweglich sein). Das Rührwerk geht nun noch, nachdem mit einem kurzen, abgebrühten, dünnen Holzscheibchen die über der Maische an der Wand innen hängende Maische heruntergestrichen ist, einige Minuten. Wird nun das Rührwerk abgestellt und hochgezogen und die Temperatur gemessen — die dazu verwendeten Thermometer müssen mit einem Normalthermometer genau geprüft sein —, dann wird bei richtiger Arbeit die Satzmaische gerade etwas über $63^3/_4{}^0$ haben, also etwa 64°. Darauf läßt man das Rührwerk wieder gehen, bis die Temperatur der Satzmaische genau gemessen $63^3/_4{}^0$ ist. Das

Temperaturmessen in den dicken Maischen muß aber vorsichtig geschehen, da es in denselben eine Zeitlang dauert, bis das Thermometer die Temperatur der Satzmaische angenommen hat. Auch ist das Thermometer etwas in der Satzmaische hin und her zu bewegen. Stimmt die Temperatur, dann werden die Rührstäbe des hochgezogenen Rührwerks von der anhängenden Maische durch Abstreifen mit abgebrühtem Messer befreit. Ebenso streicht man die an der Wand etwa über der Maische hängenden Anteile derselben in diese zurück und stellt den fertigen Satz beiseite zur weiteren Verzuckerung und später beginnenden Säurung. Auf diese Weise — die Arbeit dauert bei einiger Übung etwa $^1/_2$ Stunde jedesmal — werden schon am Ende der Maischung sehr gut verzuckerte Sätze erhalten. Der Vorgang ist eben so, daß von dem ersten Malz der in dem 80° heißen Wasser verkleisternde Roggenschrot sofort verflüssigt wird; kommt dann nach dem Roggenschrot der Rest (mehr als die Hälfte) des Malzes herein, so beginnt gleich der diastatische Vorgang; ist doch schon, bis das letzte Malz hereinkommt, ziemlich Maltose gebildet. Die Zugabe des sauren Satzes (als Impfung mit den Bazillen) vor Schluß der Maischung ist ein Ergebnis längerer Versuche, bei denen die Aussaat verschiedentlich vorgenommen wurde. Bei keiner Art wurde so reine und rasche und genügende Säurung erzielt als bei der, wenn der saure Satz in oben beschriebener Weise zugegeben wurde. Die geringe Menge der dadurch in die Maische gelangten Säure stört die Verzuckerung nicht im mindesten, was in den langen, oben erwähnten Versuchen festgestellt wurde. Während der Fertigstellung der einen Satzmaische — wenn der Schrot völlig eingeleert ist — kann bereits wieder die nächste vorbereitet werden, so daß auf diese Art eine Masse Sätze zu erstellen sind und zwar jeder genau in der gleichen Weise.

Liegen geschlossene Satzmaischapparate vor, wie z. B. der der Firma Hentschel (Fig. 143), dann kann genau so gearbeitet werden. Unter $63^3/_4{}^0$ abzumaischen, muß der Verfasser durchaus widerraten, ebenso die Anwendung einer höheren Temperatur. Bei $63^3/_4{}^0$ sind die Satzmaischen schön flüssig und gut verzuckert. Diese Art der Satzmaischung hat dem Verfasser immer die beste Arbeit im alten Verfahren ergeben, ohne Lüftung 13 bis 14 Proz. Hefe und 30 bis 31,5 Proz. Alkohol. Die Art der Maischung birgt eine gute Abtötung der mit den Rohstoffen in die Maische kommenden unerwünschten Spaltpilze in sich. Auf diese Weise bereitete Sätze gaben sogar ohne Aussaat schon Sätze mit guten Decken und guter Säure; ein Beweis, daß die Arbeit ganz richtig auf Ausschaltung aller der Milchsäurebildung schädlichen Elemente zugeschnitten ist, aber doch gleichzeitig sehr gute Verzuckerung und damit wieder eine weitere Grundlage reiner Milchsäuresäurung liefert.

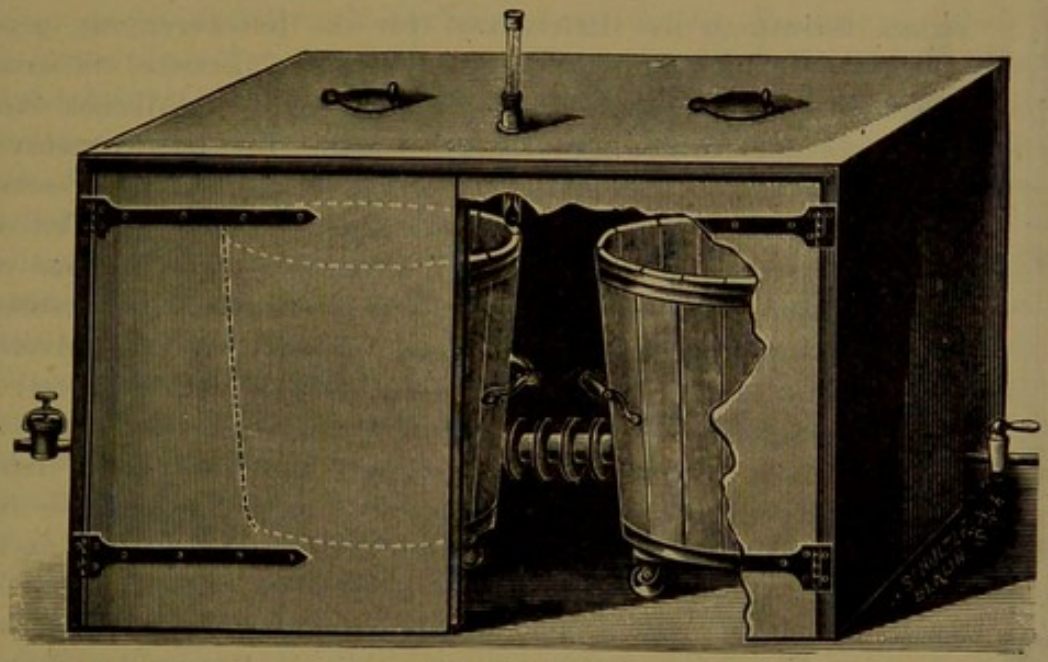
Die Einhaltung einer Verzuckerungszeit unter Abdecken hat sich als ganz unnötig erwiesen. Der fertig gemaischte Satz wird direkt zur Seite gestellt und hat, da die Säurung erst in einigen Stunden beginnt, Zeit genug zum Verzuckern. Wie gesagt, ist diese Arbeitsweise lange erprobt und die Folge langer Versuche.

d) Die Säurung.

Diese ist in ihrem Verlauf von sehr vielen Faktoren abhängig, von der zu säuernden Satzmaischmenge, der Form der Gefäße und besonders auch von dem Raume, in dem sich die Säurung vollzieht. Was den Raum anlangt, so

sollte, wo irgend angängig, die Säurungskammer von der Satzgärkammer völlig getrennt und auch für sich heizbar sein. Oft findet der Fachmann einen Raum vor für die ganze Satzführung von der Maischung bis zur Vergärung. Die empfindliche Säurung verlangt aber einen Raum für sich, weil erstens möglichst verhütet werden soll, daß Staub und Schmutz hineinkommen, und zweitens der Raum warm gehalten werden muß. Wir wissen ja, daß alle Säurungen, alle Bazillen und Bakterien sogenannte Optimaltemperaturen haben, bei denen sie am besten gedeihen. Die Kenntnis dieser spezifischen Temperaturen und die Verschiedenheit derselben für die einzelnen Erreger sind es, die es uns ermöglichen, natürliche Reinkultur zu treiben, d. h. die Bedingungen so zu gestalten, daß nur eine Art, die gewünschte, fortkommen kann. Nun haben alle diese Erreger auch sogenannte Höchsttemperaturen, die sie noch aushalten, ohne direkt getötet zu werden. Auch die Kenntnis dieser für die einzelnen dieser Mikroben verschiedenen Temperaturen ist ein Mittel zur

Fig. 148.



Säurungskammer.

Durchführung der natürlichen Reinzucht. Man kann bei der Arbeit die Maximaltemperatur wählen, die die anderen Vorgänge der Maischung nicht schädigt, wohl aber alle Spaltpilze, deren Beseitigung oder länger dauernde Schwächung erwünscht ist. Davon haben wir bei der Maischung Gebrauch gemacht und z. B. die Verzuckerungstemperatur mit $63^3/_4{}^0$ genommen. Bei dieser Temperatur erleiden die vorhandenen Spaltpilze tiefgehende Schädigung, so daß selbst bei langsamer Abkühlung auf unter 50° liegende Temperaturen fast nur Milchsäure sich bilden kann, zum mindesten so viel, daß andere Säurungserreger nicht mehr aufkommen können. Man kann nun den Verlauf der Säurung in zweierlei Weise durch die Regelung der Temperatur des Raumes beeinflussen.

Danach richtet sich auch die Temperatur, bei der man die Säurebildung anfangen läßt.

Im einen Falle läßt man den bei genau $63^3/_4{}^0$ abgemaischten Satz zugedeckt etwa zwei Stunden verzuckern, kühlt danach auf etwa 55° ab und

impft mit gesäuerter Maische oder Milchsäure-Reinkultur. Da nun Temperaturen unter 50° vermieden werden sollen, benutzt man da und dort Säurungskammern der Firma Bohm, nach Art der Fig. 148 (a. v. S.). Ihre Temperatur kann durch Dampfheizung auf 50° reguliert werden, ein Verfahren, das für den Großbetrieb schwer durchführbar ist. Wo es sich um eine kleine Anzahl Sätze handelt, kann auch ein zeitweises Aufwärmen auf bestimmte Temperaturen etwa von 55 bis 58° wieder stattfinden, um eine tiefere Abkühlung als 50° zu vermeiden. Bei den Satzmaisch- und Säurungsapparaten geschieht das durch Dampfgabe unter Bewegung des Rührwerks; bei hölzernen Säurungsgefäßen, in denen mit besonderen Maschinen die Maische hergestellt wird, muß dazu ein Dampfmaischholz benutzt werden nach Fig. 149. Der untere Teil desselben ist hohl aus Kupfer gearbeitet und kann durch einen oben angesteckten Schlauch mit der Dampfleitung verbunden werden. Hier spielt auch die Frage herein, wieviel Säure gewünscht wird und in welcher Zeit. Es ist klar, daß man bei 50° in der gleichen Zeit mehr Säure erzielt als bei 55 bis 60°. Nun kommt hier aber die mehrseitige Bedeutung des Hefensatzes für die Hefenbereitung gegenüber der reinen Spirituserzeugung in Betracht. Letztere will natürlich ebenfalls kräftige Hefe, damit diese recht viel Alkohol durch weitestgehende Vergärung erzeugen kann. Die Hefenvermehrung dabei ist gering. Der in der Hauptgärung aus den sehr zuckerreichen Hauptmaischen sich bildende Alkohol kann einen Teil der Milchsäure vertreten. Mit anderen Worten, die Brennerei kommt mit weniger Säure im Satz aus als die Hefenfabrikation, die bedeutend dünnere Hauptmaischen benötigt und deshalb geringeren Alkoholschutz darin hat. Während also die Hefensätze der Brennerei genügend gesäuert sind, wenn sie für 100 ccm gesäuerter Satzmaische 10 bis 12 ccm Natronlauge verbrauchen, muß man in der Hefenfabrikation Säuregrade von mindestens 16 bis 18° wählen. Je nach der Wahl der Säurungsmethode kann diese Säuremenge (16 bis 18° = 1,44 bis 1,62 Proz. Milchsäure) in kürzerer oder längerer Zeit erhalten werden. Dabei gilt aber die Erfahrungstatsache, daß zwei gleiche Säuregrade, mit kürzerer oder längerer Dauer der Säurung gewonnen, nicht die gleiche Wirkung bedeuten; für die Hefensatzbereitung kann eine kürzere Dauer als 24 Stunden gar nicht in Frage kommen, wenn die Säurung ihre Doppelwirkung ausüben soll.

Fig. 149.

Dampfmaischholz.

Wie die Hefentätigkeit, verläuft die Tätigkeit der Milchsäurebazillen in zweierlei Richtung; sie vermehren sich stark oder säuern stark, zwei Arbeitsleistungen, die für den Hefenfabrikanten nicht gleichwertig sind und zwar aus folgendem Grunde:

Die Vermehrungstätigkeit dieser Bazillen bedeutet natürlich Zerlegung von Zucker in Milchsäure und Aufnahme von Eiweiß für den Aufbau der Bazillenleiber. Die reine Säurungstätigkeit bedeutet ausschließlich Zuckerzerfall fast ohne Eiweißaufnahme. Über diese Frage ist viel geschrieben und gearbeitet worden, ohne Klarheit zu schaffen im Sinne einer allgemein anerkannten Annahme. Während zuerst eine doppelte Tätigkeit angenommen worden war, glaubte man später nur eine reine Spaltung von Zucker in Milchsäure annehmen zu sollen. Eine Folge davon waren die Versuche, die umständlich zu gewinnende Milchsäure durch andere Säuren zu ersetzen, besonders aber durch

technisch gewonnene Milchsäure, die dem verzuckerten Satze zugegeben wurde. Aber der Erfolg sprach zugunsten der bakteriell gewonnenen Milchsäure. Es müssen also die Bazillen neben der Milchsäurebildung doch noch andere, für die spätere Hefenbildung wertvolle Arbeit leisten. Als sicher ist ja festgestellt, daß die im Malz vorhandene Peptase enzymatisch während der Verzuckerung, also neben der Diastase tätig ist und daß die Maischen nach der Verzuckerung bedeutend mehr gelöste Proteïne als vorher enthalten. Auf Grund langjähriger Arbeiten, Versuche und Beobachtungen kann der Verfasser bestimmt sagen, daß auch die richtig geleitete Säurung nichts mehr und nichts weniger bedeutet, als gleichzeitigen durchgreifenden Abbau des vorhandenen hochmolekularen Eiweißes. Wenn man von der verzuckerten Satzmaische Proben unter das Mikroskop nimmt, so sieht man durch das ganze Bild zerstreut zarte Gebilde, teils schleierartig feinem, oft gefaltetem Gewebe gleich, teils einem gröberen Gewebe ähnlich, dessen Maschen weniger sichtbar als die Zwischenräume sind, so daß es aussieht wie Anhäufungen von Kugelbakterien. All das verschwindet auf Zusatz von Kalilauge zum Präparat unters Deckgläschen und — in den der säuernden Maische entnommenen Proben, je mehr die Milchsäurebazillen tätig sind. Und zwar erfolgt die Eiweißlösung um so intensiver, je langsamer sich die Säurung vollzieht, und um so geringer, je schneller der gleiche Säuregrad erreicht wird. Die enzymatischen Wirkungen, denen diese Eiweißkörper also unter günstigen Bedingungen — langsamer Säurung bei nicht zu niederer Temperatur — unterliegen, können sich nun so abspielen, daß die Malzpeptase bei langsam zunehmender Säure energisch tätig ist und die neben der Diastase begonnene Tätigkeit weiter verfolgt, wobei das massenhaft vorhandene Eiweiß auf die Enzymwirkung der Peptase ebenso schützend wirkt, wie große Zuckermengen auf die Diastase bei Gegenwart von Säuren und bei höheren Temperaturen. Wird also langsam gesäuert, dann kann dieser peptatische Prozeß unter dem Schutz von Eiweißabbauprodukten weitergehen. Verläuft die Säurung rasch, dann tritt diese Tätigkeit der Peptase zurück, weil die rasch entstehende Milchsäure sie lahm legt, schwächt und weil die unlöslichen Eiweißmengen ihr keinen Schutz bieten. Der sicher vorhandene Eiweißabbauprozeß, der mit der richtigen Milchsäurebildung Hand in Hand geht, wäre also eine Begleiterscheinung derselben sekundärer Natur, eine Folge der nebenher tätigen Peptase. Der Verfasser neigt aber noch mehr zu der Ansicht, daß wie die Hefenzelle mit allen möglichen Enzymen ausgestattet ist, die sie je nach den vorliegenden Verhältnissen miteinander oder mehr einzeln spielen läßt, auch das Plasma der Milchsäurestäbchen ein zuckerspaltendes und ein eiweißspaltendes Enzym enthält, deren Temperaturoptima nicht beisammen liegen. Auf einer Mitteltemperatur aber können die beiden wichtigen Enzyme sich zu gemeinsamer Arbeit zusammenfinden, während bei einer Temperatur, die dem Milchsäureenzym mehr zusagt, der Prozeß einseitig verläuft und nur die allernotwendigste Stickstoffzufuhr zum Aufbau der Bazillenleiber stattfindet. Im einen Fall wird sich der Spaltpilz durch Eiweißzersetzung Zucker und einen Eiweißrest zur Verfügung stellen, im anderen Fall hauptsächlich die vorhandene Maltose mit den geringen Mengen gelösten Eiweißes verarbeiten. Je weniger die Bazillen Zeit haben, z. B. bei niederen Temperaturen, desto bequemer machen sie sich die Arbeit; je mehr Zeit ihnen gelassen wird, desto mehr leisten sie schwere Arbeit, indem sie sich den nötigen Zucker aus dem Eiweiß abspalten. Sie haben damit niedermolekulare Proteïne zur Verfügung, die

größtenteils der Hefenbildung später zugute kommen. Es ist also für die Hefenfabrikation dieser Eiweißvorrat, den die Milchsäurebazillen in diffusibeln Proteïnen erzeugen und bereit stellen, eine außerordentlich wichtige Beigabe der Milchsäurebereitung. Die dickflüssige, gut verzuckerte Maische wird aber auch mit fortschreitender Milchsäurebildung dünnflüssiger, was gemäß dem oben erwähnten mikroskopischen Bilde dem Abbau des Eiweißes, d. h. dessen Überführung in leicht diffundierbare, lösliche Körper zuzuschreiben ist. Es ist deshalb nach des Verfassers Ansicht an der doppelten Tätigkeit der Milchsäurebazillen gar kein Zweifel mehr; ihre Annahme gründet sich auf Hunderte von Beobachtungen bei der Betriebskontrolle und findet ihre Bestätigung in der allgemein anerkannten Tatsache, daß die Arbeit mit bakteriell erzeugter Milchsäure bis jetzt in ihrer Wirkung von keiner der anderen übertroffen oder überhaupt erreicht ist, in denen einfach entsprechende Säuremengen der Maische zugesetzt werden. Eine Bestätigung findet die Behauptung auch im Lüftungsverfahren, in dem eine ungleich bessere Arbeit, d. h. Ausbeute sich ergibt, wenn bei gleichem Säuregrade derselbe bei längerer Säurung gewonnen ist. Die Säuremengen verlangen — so hoch genommen, daß sie fremde Spaltpilze abtöten oder schwächen können — eben doch auch Schutzwirkungen, die wie der wachsende Zuckergehalt auf die Diastase auch die abgebauten Eiweißvorräte in wachsenden Mengen auf die Milchsäurebazillen und später auf die Hefe ausüben, die dann um so besser hohe Säuregrade erträgt. Was nun diese selbst anlangt, so möchte Verfasser bei bakterieller Milchsäurebildung — und etwas anderes möchte er nicht empfehlen — unbedingt raten, in den säuernden Satzmaischen nicht unter 18° Säure und diese Säuremenge nicht in kürzerer Zeit als 36 Stunden zu ziehen. Um das zu erreichen, sind für den Groß- und auch den Kleinbetrieb keine besonderen Säurungskammern nötig, in denen recht hohe Temperaturen, wie etwa 50°, gehalten werden müßten. Auch das Aufwärmen kann ganz außer acht bleibeiben; es ist ein zweifelhafter Notbehelf.

Wie weiter oben erwähnt, haben die Säurungsgefäße zweckmäßigerweise eine Form, die eine ziemlich gleichmäßige Abkühlung durch die ganze Masse gewährleistet, wenn auch etwa die äußeren Schichten mehr Wärme abgeben. Außer der Form ist auch die Größe wichtig, so daß in vielen Betrieben für eine Maische zwei kleinere Satzgefäße statt eines größeren bemaischt werden, weil die Säurung sich in diesen gleichmäßiger vollzieht. Je größer der Durchmesser und die Höhe der Gefäße sind, desto leichter entziehen sich im Innern der Maische Teile der Abkühlung und Säurung, so daß am Ende derselben der Säuregrad nur das Mittel aus der starken Säurung der Außenschichten und der sehr geringen Innensäurung darstellt. Wenn nun die oben angegebene Form gewählt wird (für eine Satzmaische von 65 + 85 kg Schrot mit 250 Litern Wasser), dann kann man ohne Säurungskammer, also ohne Halten bei 50° oder gar Aufwärmen nach folgendem Schema auskommen: Wenn die Satzmaische mit $63^3/_4{}^0$ abgemaischt (wie oben beschrieben) zur Seite gestellt wird, so dauert es einige Stunden, bis die zugesetzte Milchsäureaussaat zur Tätigkeit gelangt, d. h. die Abkühlung der Maische diese ermöglicht. Der Verfasser hat nun stets mit Erfolg 36stündige Sätze verarbeitet, also in 36 Stunden den gewünschten Säuregrad sich bilden lassen. Der Raum, in dem die säuernden Gefäße standen, wurde einfach auf 25 bis 28° gehalten, was man leicht mit Heizkörpern erreicht, die mit Maschinenabdampf gespeist

werden; der Raum muß aber von dem Satzgärraum getrennt sein. Das vom Maischen her die gleiche Temperatur wie die Maische haltende Holz isoliert für sich und in dem auf 25 bis 28° gehaltenen Raum erst recht so gut, daß nach 36 Stunden überall in der Satzmaische noch Temperaturen über 50° vorhanden sind. Der Verfasser hat sogar mit gutem Erfolg eine 54stündige Säurungsdauer durchgeführt, bei der in dem 25° warmen Raum und den auf $63^3/_4{}^0$ abgemaischten Sätzen nach dieser Zeit keine Abkühlung unter 50° stattgefunden hatte.

Nun könnte die Isolierung der Maischoberfläche in Frage kommen, etwa durch Auflegen eines Holzdeckels. Das ist aus folgendem Grunde, wenn, wie oben angegeben, gemaischt wurde, nicht nötig. In der bei $63^3/_4{}^0$ fertig gemaischten Satzmaische sammeln sich sofort nach dem Wegstellen die Hülsen des Schrotes oben an und bilden mit dem eintrocknenden Zucker, Dextrin und Eiweiß der sie einhüllenden Maische eine in den ersten Stunden immer dichter werdende Decke, die bereits nach 12 Stunden ziemlich widerstandsfähig ist, aber nach 24 Stunden eine dicke beinahe lederartige Haut darstellt. Diese Decke isoliert die Maischoberfläche ausgezeichnet, so daß in dem 25° warmen Raume die Wärmeabgabe der ganzen Satzmaische praktisch gering ist und in 36 Stunden keine Zone zuläßt, deren Temperatur unter 50° läge. Bei Versuchen, die der Verfasser machte, konnte übrigens, wenn schon etwa 1,0 bis 1,2 Proz. Milchsäure gebildet waren (12 bis 14 ccm Lauge pro 100 ccm Satzmaische), die Temperatur ruhig unter 50° sinken, ohne daß fremde Säuren aufkamen. Die Methode des Verfassers, die fertige Satzmaische bei $63^3/_4{}^0$ mit der Aussaat zu impfen und mit dieser Temperatur beiseite zu stellen, hat den Vorteil, daß in den nächsten paar Stunden die an und für sich gute Verzuckerung am Ende der Maischung sich noch durchgreifender gestalten kann, bis die beginnende Säurung nach Abkühlung auf etwa 60 bis 61° den diastatischen und auch (malz-)peptatischen Vorgang unterbricht und letzteren in andere Bahnen lenkt. Es ist bei dieser Arbeit eigentlich jegliche Infektion ausgeschlossen, da die Masse lange bei $63^3/_4{}^0$ oder wenig darunter steht, was geradezu Vernichtung der Gegner, aber weitgehendste Verzuckerung bedeutet. Die Decke des Hefensatzes spielt nun in der äußeren Beurteilung der Sätze eine große Rolle. Die erwünschte Milchsäurebildung vollzieht sich ohne Gasentwickelung. Die Decke muß also, wenn die Säurung darunter normal verläuft, vollständig glatt bleiben. Zeigen sich ein oder zwei Bläschen nach etwa 24 Stunden in derselben, so liegen kleine Lebenstätigkeitserscheinungen von einzelnen Buttersäurebazillen vor, die ja Sporen bilden und in diesem Zustande sehr widerstandsfähig sind. Ist es eine kleine Buttersäure-Infektion, so verrät sich dies am Geruch. Es wäre in diesen Falle eine Spore in die Decke zu liegen gekommen und ausgewachsen, was aber ausgeschlossen ist, wenn die Raumtemperatur von 25 bis 28° richtig gehalten wird.

Das Kontrollthermometer muß in Höhe der Satzmaischen aufgehängt sein, weil die höheren Luftschichten wärmer sind und die Temperatur von 25 bis 28° haben und zeigen können, während die am Boden des Raumes, wo die Gefäße stehen, nicht vorhanden ist. Gelang es doch dem Verfasser, in so temperiertem Raume ohne Milchsäureaussaat spontane Säurung durch die auf dem Malz vorhandenen Milchsäurebazillen zu erhalten, wobei die Decke glatt blieb und deshalb schon reine Säurung in erwünschter Menge erreicht wurde.

Treten kleine Bläschen gleich im Anfange des Beiseitestellens auf, so kann es sich um eingeschlossene Luft handeln, die in der dicken Maische allmählich sich zu befreien verstand. Bei Arbeit nach obiger Darstellung wird stets eine reine Säurung unter bleibender fester Decke erzielt, bei der das Auftreten von Bläschen durch Buttersäurebildung mit Gasentwickelung eine seltene und dann ungefährliche Erscheinung ist. Zudem erfordert die Erhaltung der Temperatur von 25 bis 28° selbst bei hohen großen Räumen, wie im Großbetriebe, sehr wenig Wärmezufuhr.

Was die Säuregrade anlangt, so sei des Interesses halber erwähnt, daß Verfasser je nach dem Eiweißgehalt säuert und bei sehr hohem Eiweißgehalt des Roggens sehr gut mit 20 bis 22 Grad Säure, also mit einem Gehalt von 1,8 bis 2,0 Proz. Milchsäure arbeitet, ein Beweis mehr für den innigen Zusammenhang zwischen Milchsäurebildung und Eiweißabbau. Bei Verwendung von sehr eiweißreichem Roggen wurden diese größeren Milchsäuremengen in etwas längerer Dauer der Säurung erzielt, die dann von 36 auf 48 Stunden ausgedehnt wurde. Also stets sich den Grundsatz vor Augen halten, daß es ungleich besser, nein direkt geboten ist, den gewünschten Säuregrad in längerer Dauer zu erringen und den Stäbchen Zeit zu lassen; nur dann geht die Milchsäurebildung richtig mit der für die Hefenernährung so wichtigen Eiweißspaltung Hand in Hand. Und nur in der Wahl der Säuremenge nicht ängstlich sein. Mindestens ist eine solche von 1,62 Proz. zu erzielen, besser eine von 1,8 bis 2,0 Proz., entsprechend einem Laugeverbrauch von 20 bis 22 ccm pro 100 ccm Satzmaische. Wenn die Säurung in oben angedeuteter Weise verläuft bzw. geleitet wird, so kann ein Mehr an Säure nur Gutes wirken; denn dann bedeutet es auch ein Mehr an diffusibelem Eiweiß. Obwohl, wie gesagt, bei einem Säuregehalt von 1,0 Proz. Milchsäure (12 bis 13 ccm n-Natronlauge pro 100 ccm) eine Abkühlung unter 50° nicht mehr bedenklich ist, rät der Verfasser doch, die Temperatur des Raumes bei 25 bis 28° zu halten, damit die Temperatur der Maische nicht unter 50° fällt und die Säurung langsam sich vollzieht. Die Säure ist um so reiner, je mehr sie sich bei den Temperaturen 55 bis 58° bildet, eine Erfahrung, die auch in der Lufthefenfabrikation wieder gemacht wurde. Die Vermehrung der Milchsäurebazillen geht — wie mikroskopisch leicht zu verfolgen ist — in den oben beschriebenen Maischen schon nach 6 Stunden vor sich, geht eine Zeitlang, etwa 24 Stunden, mit der Säurebildung parallel, um dann allmählich nachzulassen, währenddessen sich noch weiter etwas Milchsäure bildet und die Eiweißaufschließung ebenfalls weitergeht.

Diese geht nur richtig vor sich, wenn bei höherer Temperatur als dem eigentlichen Optimum, also langsam gesäuert wird. Dann bedeutet höherer Säuregrad auch höheren Eiweißabbau, der die Hefe nicht bloß mehr Milchsäure bestens ertragen läßt, sondern ihr auch Proteïne in diffusibler Form in Menge zur Verfügung stellt. So spielt die Milchsäurebildung die vielseitige wichtige Rolle in der Hefenfabrikation, aus der sie bis jetzt keine andere Arbeitsweise durch gleiche Leistung vertreiben konnte.

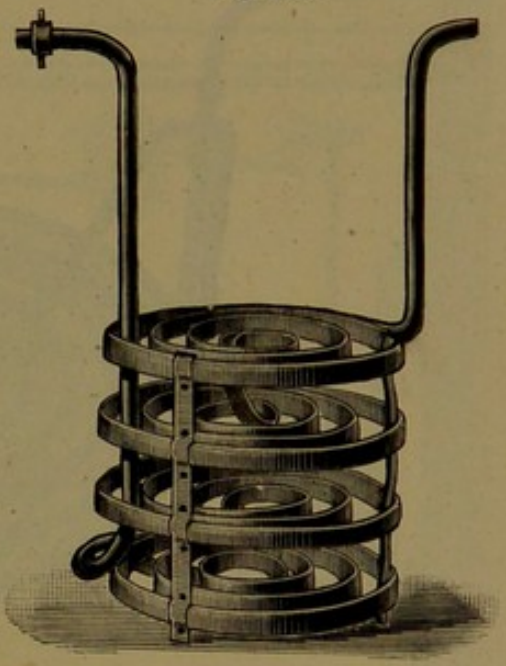
e) Das Anstellen des Hefengutes (der Satzmaischen).

Ist die Säurungszeit von beabsichtigter und erprobter Dauer (36 Stunden Minimum und normal) vorüber, dann wird die Satzmaische mit Hefe angestellt.

Die Räume für die gärenden und die säuernden Sätze liegen nebeneinander, sind aber durch eine Wand getrennt, in der eine gut schließende Tür das Herausschieben der gesäuerten Maische ermöglicht.

Von dem Satz wird nun zuerst die Decke sorgfältigst entfernt, wobei man sich überzeugen kann, daß sie bei reiner Säurung dicht über der angenehm sauer riechenden und schmeckenden Maische liegt. Mit einiger Übung kann die Haut, da sie fest zusammenhält, in etlichen größeren Lappen abgezogen werden. Der Verfasser möchte durchaus warnen, die Haut mit zu vergären; denn während der 36- bis 48stündigen Säurung setzen sich auf ihr Staub und damit viele Mikroorganismen aus der Luft ab, die, weil nicht geschwächt, zur Entwickelung gelangen können. Außerdem besteht die Haut fast ganz aus Hülsen, so daß nicht viel daraus zu holen ist. Der Verfasser hat versucht, sie der Hauptmaische in der Nachgärung oder der vergorenen Maische vor dem Abbrennen zuzusetzen. Doch konnte stets nur Nachteiliges beobachtet werden, was nach Lage der Dinge nur natürlich ist, da die Oberfläche der Decke während der ganzen Zeit der Säurung infiziert werden konnte, was allerdings bei der absoluten Dichtigkeit der Haut ohne Einwirkung für das säuernde Hefengut ist. Die Haut ist also sauber zu entfernen und der Verkaufsschlempe zuzugeben, die noch heiß genug ist, um die Haut aufzulösen und die anhaftenden Bakterien zu töten oder zu schwächen, damit in der Verkaufsschlempe keine Säurebildung mehr eintritt.

Fig. 150.



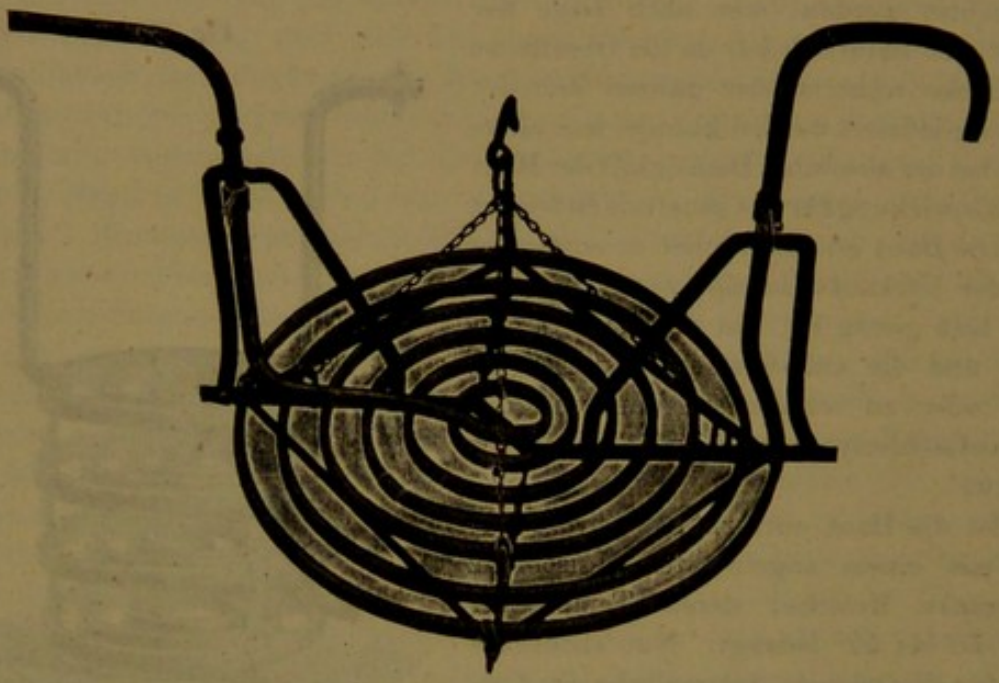
Schlangenkühler.

Ist die Haut entfernt, so durchrührt man mit einem abgebrühten Maischholz die ganze Maische, deren Temperatur meist 50 bis 52° beträgt. Nun entnimmt man für die nächste Satzmaische als Aussaat die 3 bis 5 Liter gesäuerter Maische und bringt dieselbe in einen Kupfereimer, der sich in einem weiteren Kupfergefäß befindet. Durch Befüllen des Zwischenraumes mit fließendem kalten Wasser kann man diese Aussaatmenge schnell auf 15° abkühlen. So hält sie sich gut bis zur Verwendung als Impfmaterial für neue Satzmaischen. Wo Milchsäurereinkultur eingerichtet ist, kann die Entnahme von Aussaat wegfallen, weil dann die Satzmaische mit der Reinzucht täglich versetzt wird. Der Verfasser möchte aber empfehlen, die Milchsäurenachzucht aus den normal und, wie oben beschrieben, vorschriftsmäßig gesäuerten Satzmaischen zu entnehmen, abzukühlen und damit neue Sätze zu impfen; Verfasser hat so monatelang ohne Anstand sehr gut gearbeitet. Von Zeit zu Zeit kann man dann wieder einmal eine Maische mit Reinkultur impfen und aus ihr die neue Aussaat nach der Säurung vor dem Anstellen entnehmen. Nun ist nach der Entfernung der Haut und der Entnahme der Aussaat die gesäuerte Satzmaische so weit abzukühlen, daß sie mit Hefe versetzt werden kann, also auf Temperaturen, die sich je nach Lage und Größe des Satzgärraumes zwischen 22 bis 26° bewegen. Diese Abkühlung wurde in

früheren Zeiten — von der ganz falschen Arbeitsweise, die säuernden Maischen von selbst von etwa 50 langsam auf die Anstelltemperatur von 25° abkühlen zu lassen, ganz abgesehen — in der Weise vollzogen, daß ein Kühler, wie Fig. 150 (a. v. S.), eingestellt und mittels der oben befindlichen Verschraubung und eines Schlauchs mit der Wasserleitung verbunden wurde. Während das kalte Wasser durchlief, wurde mit einem abgebrühten reinen Maischholz gerührt, um immer neue Teile der dicken Maische mit den Röhren des Kühlers in Berührung zu bringen.

Das ging natürlich langsam, was aus folgendem Grunde nicht ungefährlich sein konnte. Die Buttersäureerreger in vegetativem Zustand waren bei $63^3/_4{}^0$ abgetötet worden. Wo sie aber in Sporenform vorhanden waren, blieben sie unbeschädigt und schnell entwickelungsfähig, wenn die abzukühlende

Fig. 151.



Schlangenkühler für mechanische Kühlung.

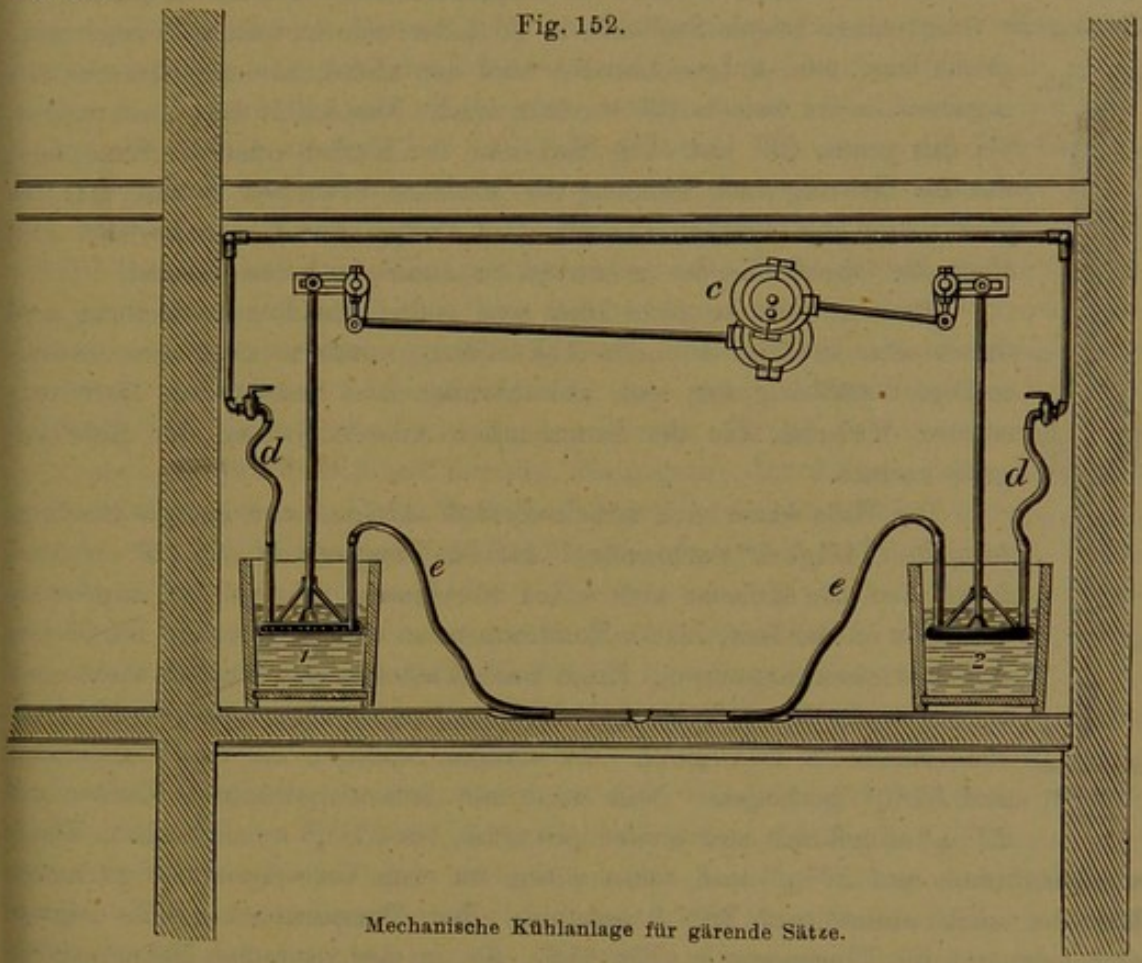
Maische langsam über die gefährliche Temperatur des Optimums der Buttersäurebazillen hinwegging, die Sporen also Zeit hatten, auszuwachsen und Stäbchen zu bilden. Dieses Optimum liegt bei 37 bis 38°. Da nun die Kühlwirkung ohnehin nachläßt, je mehr sich die Temperatur der Maische der des Kühlwassers nähert, und diese ruhenden Kühler überhaupt langsame Arbeit in der dicken Masse verrichten, so war diese Infektion leicht gegeben, besonders wenn nicht eine genügende Milchsäurebildung vorhergegangen war. Da man außerdem gelernt hatte, wie wenig diese Buttersäurebildner Sauerstoff bzw. Luft wünschen, so hat man diese ältere Kühlung durch eine mechanische ersetzt, bei der durch Transmissionen und Exzenter oder Kurbeln die Kühler ständig gehoben und gesenkt werden, etwa 18- bis 24mal in der Minute. Obenstehend sehen wir einen Schlangenkühler (Fig. 151) und auf folgender Seite eine mechanische Kühlanlage (Fig. 152), wie sie etwa zur Verwendung gelangen. Die Kühler haben ein horizontales Spiralrohrsystem. Die Einläufe werden mittels Gummischlauchs mit der Wasserleitung verbunden,

die Ausläufe erhalten ebenfalls Schlauchansätze, damit das Wasser, ohne zu spritzen, zum Boden gelangen kann.

Durch eine vom Mittelpunkt des Bodens des Kühlers ausgehende Stange oder besser mit einem an den Endpunkten von 3 bis 4 verzinkten Ketten angebrachten Haken ist der Kühler mit dem Zapfen einer Kurbel verbunden und wird so bei deren Drehung gehoben und gesenkt. Der Verfasser richtet das auch je nach dem Satzgärraum und der Anzahl Gefäße so ein, daß von einer Kurbel eine lange Kette über eine Anzahl Rollen führt, die über den Satzgärgefäßen angebracht sind.

An die Hauptkette wird bei jeder Einzelrolle für jedes Gefäß eine kleinere Kette angebracht, an die die einzelnen Kühler je nach Bedürfnis eingehängt werden.

Fig. 152.



Mechanische Kühlanlage für gärende Sätze.

Während früher 1 Stunde und länger gekühlt und besonders die gefährliche Grenze des Buttersäureoptimums langsam überschritten wurde, wird so die Zeit des Kühlens auf $^1/_4$ Stunde etwa reduziert und damit diese Gefahr beseitigt.

Die Temperatur des Anstellens hängt von dem Raume ab, in dem die Gärgefäße sich befinden, und von der Zeit, die infolgedessen benötigt wird, um die gewünschte Vergärung zu bewirken. Auch hier gilt der Grundsatz, daß eine ruhige Arbeitsleistung der Hefe besser zum Ziele führt, als eine durch hohe Temperatur sehr beschleunigte. Im allgemeinen dürfte die Anstelltemperatur von 25° die normale sein. Durch den Kühler hat man es ja in der Hand, die Temperatur und damit die Schnelligkeit der Gärung zu regulieren.

Der von der Haut befreite, gut durchgerührte Satz wird nach der Entnahme des sauren Satzes für die Weiterimpfung der Säure in das Hefengär-

gefäß übergeschöpft. Der Verfasser möchte nicht empfehlen, die gleichen Gefäße für Säurung und Vergärung der Satzmaischen zu nehmen, obwohl das als einfacher sich zu empfehlen scheint. Aus Reinlichkeitsgründen sollten getrennte Gefäße vorhanden sein, damit die entleerten Säurungsgefäße gründlich gereinigt, ausgedämpft und umgestülpt im warmen Säurungsraum bis zur nächsten Bemaischung durchgewärmt werden können. Während des Überschöpfens der gesäuerten Maische läßt man den Kühler laufen. Ist das Überschöpfen z. B. der gesäuerten Satzmaische unseres Beispiels aus 85 kg Roggen- und 65 kg Malzschrot mit 250 Liter Wasser beendet, dann wird das Säurungsgefäß mit 25 Liter reinem kalten Wasser nachgespült und der Rest der gesäuerten Maische so übergeschöpft. Nun dürfte die Maische etwa 30° haben. Unterdessen wurden 4 Proz. des eingemaischten Satzschrotes, also von 150 kg = 6 kg reiner bester Stellhefe in 30 Liter reinem kalten Wasser aufgelöst bzw. fein aufgeschlämmt und der abzukühlenden Maische zugegeben, wenn bereits 30° erreicht sind. Nun kühlt man noch weiter, bis das ganze 25° hat. Die Hubhöhe der Kurbel oder des Exzenters, die die Hebung und Senkung des Kühlers bewirken, wählt man so groß, daß der Kühler abwechselnd knapp den Boden berührt und über die Oberfläche der gesamten Satzmaische herauskommt.

Fig. 153.

Schwimmthermometer

Man erreicht so nicht bloß eine gründliche Durchmischung und damit eine kräftige schnelle Abkühlung, sondern auch eine zweckmäßige Belüftung der sich abkühlenden und zuletzt mit Hefe versetzten Maische, die der kommenden Arbeitsleistung der Hefe zugute kommt.

Die Hefe kann sich mit Sauerstoff sättigen und auf die künftige doppelte Tätigkeit vorbereiten. Ist die Temperatur von 25° erreicht, dann wird die Maische sich selbst überlassen. Die bei 30° zugesetzte Hefe hat in der Zeit, bis die Endtemperatur von 25° erreicht ist, bereits ihre Tätigkeit begonnen. Kurz nach Abstellen des Kühlers sieht man Leben in die Masse kommen. Kohlensäurebläschen bringen die dickliche Masse in Bewegung. In einigen Stunden ist die Temperatur auf $31^1/_4{}^0$ gestiegen. Nun wird mit dem eingerückten Kühler auf $27^1/_2{}^0$ abgekühlt und wieder gewartet, bis $31^1/_4{}^0$ erreicht sind. Dann wird nochmals auf $27^1/_2{}^0$ und, wenn nötig, vor dem Verwenden der gärenden Maische noch einmal auf $28^3/_4{}^0$ gekühlt. Zur Temperaturkontrolle eignen sich sehr gut die Thermometer (Fig. 153), die, in der gärenden Hefenmaische schwimmend, die ständige Beobachtung der Erwärmung ermöglichen. Jeder Satzgärbottich benötigt ein Instrument.

Anstatt mit reiner gepreßter Hefe anzustellen, hat man früher aus dem gärenden vorhergegangenen Satze etwa $^1/_{10}$ bis $^1/_8$ entnommen, auf 15° abgekühlt, aufbewahrt und dem künftigen gesäuerten Satz als Gärungserreger zugegeben. In diesem Falle müßte die „Entnahme“ der „Mutterhefe“ — wie diese Arbeit genannt wurde — erfolgen, wenn die allgemeine Reife des Satzes vorliegt, von der wir im nächsten Abschnitt sprechen müssen. Doch wird wohl in Hefenfabriken des alten Verfahrens kaum mehr mit Mutterhefe gearbeitet, sondern stets, wie beschrieben, mit reiner gepreßter Hefe angestellt.

Die Gärgefäße sind etwas größer als die Säurungsgefäße, wegen der Zunahme der Masse durch das zugesetzte Wasser und durch die Gärung, jedoch aus dem gleichen Material hergestellt. Wo aber z. B. statt 1250 etwa 2500 kg

auf einmal bemaischt werden, wird man dann am besten zwei Einzelsatzmaischen (65 + 85 kg) erstellen und nach der Säurung in einen Gärständer zur Abkühlung und Anstellung bringen.

Die Art der Gärung ist auch charakteristisch für Sätze mit reiner Säurung; auf der Oberfläche der gärenden Satzmaische bildet sich ein gelblicher bis weißlicher, dichterer, strichweiser Schaum, der gelber und dünner wird, wenn fremde Säurungen nebenhergegangen sind. Der Geschmack der gärenden Satzmaische muß rein sauer ohne bitteren Beigeschmack sein, den schon Spuren von Buttersäure als Begleiter haben.

f) Die „Reife" des gärenden Satzes.

Eine der schwierigsten Fragen war lange Zeit die, wann der beste Zeitpunkt sei, die gärende Satzmaische der Hauptmaische zuzusetzen. Man hatte bald wenigstens das gefunden, daß es besser sei, den Satz reifer, d. h. weiter vergoren zu verwenden, als zu jung zu nehmen. Gar manche Anzeichen mehr äußerlicher Natur wurden hier ins Feld geführt: Der Grad der Erwärmung, der Vergärung und teilweise das Aussehen der gärenden Satzmaische.

Wenn etwas fehlerhaft war, so war es das, die Temperatur als Kriterium für die Reife zu nehmen. War es schon falsch, die Hefenmaische einfach weiter sich erwärmen zu lassen, ohne hier gewisse Optimalgrenzen der Gärung festzulegen, so war es doch gewiß erst recht falsch, eben diese Temperaturerhöhung als Maßstab zu betrachten, an dem etwas derart Wichtiges wie der Zustand der „Reife" abgelesen werden könnte. Mußten doch manchmal der Jahreszeit entsprechend, mit der die Temperatur des Raumes schwankte, die Anstelltemperaturen z. B. im Sommer bei $23^3/_4$ bis 24^0 gewählt werden, statt normal etwa bei 25^0, so daß eine Erwärmung um eine bestimmte Anzahl Grade in jedem Falle was anderes bedeuten konnte, als gerade den gleichen Reifezustand. Viel näher kam man der Sache, als man den Grad der Vergärung zu Rate zog und feststellte, wieviel Zucker bereits vergoren war.

Gewiß gibt es für den erfahrenen Praktiker Anzeichen genug, an denen er selbst z. B. den Reifegrad bestimmen könnte. Aber da der erfahrene Praktiker nicht alles selbst machen kann, sondern den betreffenden Untergebenen überlassen muß, so sind eben doch Normen nötig, die für jeden Betrieb und jede Arbeitsweise festzustellen sind. Auch das Aussehen der gärenden Maische vermag dem geübten Auge wohl viel zu sagen: Während eine Zeitlang großes Leben im Satze herrschte, beginnt dasselbe auf einmal langsam abzunehmen und einer stillen spärlichen Kohlensäureentwickelung Platz zu machen. Das ist gewiß das Stadium der Reife, wenn alles normal verlaufen ist.

Vor allen Dingen ist für die ganze Satzmaischherstellung und -führung peinlichste Genauigkeit nötig, damit nicht durch ungenaue Arbeit die Maischen einmal dicker, das andere Mal dünner sind, das eine Mal mehr und das andere Mal weniger Säure in der gleichen Zeit liefern. Es muß hier, wie im ganzen Betrieb, für bestimmte Einmaischungen und Rohstoffe ein ganz bestimmtes Schema festgelegt werden, so daß ein auf Grund z. B. mikroskopischer Beobachtung zeitlich festgelegter Termin allgemein für alle Satzmaischen und Arbeitsphasen Geltung hat.

Die Gärung hat Verfasser in langen Versuchen verschiedentlich geführt und möchte raten, die gärende Satzmaische, die sich auf $31^1/_4{}^0$ erwärmt hat, auf $27^1/_2{}^0$ abzukühlen und sich wieder erwärmen zu lassen. Ein Anwachsen der

Temperatur über $31^1/_4{}^0$ ergibt geile Hefentätigkeit, der die Erlahmung als Strafe auf dem Fuße folgt. Ermüdet legt die Hefe ihre Arbeit zu frühe nieder, ehe sie dieselbe genügend weit gefördert hat. Sie kommt matt in die Hauptmaische, weil sie bei den hohen über $31^3/_4$ bis etwa $33^3/_4{}^0$ liegenden Temperaturen mehr gärt, nur Zucker zersetzt, ohne genügend Eiweiß zu spalten und ihren neuen Zellen die nötigen Aufbaustoffe zu bieten.

Die Reservestoffe fehlen und die Hefe braucht — in diesem Fall besonders gegen den reichlich gebildeten Alkohol der Satzmaischen empfindlich — längere Zeit, bis sie wieder normale Tätigkeit in der Hauptgärung unternimmt.

Es ist also darauf zu achten, daß ebenso, wie ein Satz wie der andere genauestens erstellt und gesäuert wird, auch die Gärung genau, auf bestimmte Temperaturen begrenzt, geführt wird. Der Verfasser kann nur dringend empfehlen, keinesfalls die Gärtemperatur über $31^1/_4{}^0$ hinaus zu wählen, sondern, wie weiter oben beschrieben, den Satz wieder zu kühlen und sich erwärmen zu lassen. Eine weitere Zurückkühlung als auf $27^1/_2{}^0$ ist nicht ratsam. Dieses öftere Kühlen hat ja auch eine sekundäre Folge insofern, als es eine mäßige, aber gute Lüftung der gärenden Satzmaische bedeutet. Der auf und ab gehende Kühler vertreibt nicht nur die Kohlensäure, sondern nimmt stets Teile der Satzmaische hoch und bringt so allmählich die ganze Masse mit Luft in Berührung. Man hat da und dort versucht, ausgehend von der Tatsache der Empfänglichkeit der Hefe für Luft bzw. Sauerstoff, auch die gärenden Sätze zu lüften, doch hat sich jede besondere Lüftung des gärenden Satzes als nachteilig erwiesen, während diese indirekte Lüftung durch den sich bewegenden Kühler schon durch die Kohlensäurevertreibung allein der Hefe Atmungsfreiheit und damit eine genügende Sauerstoffzufuhr schafft. Das Versagen der eigentlichen Lüftung, also durch eingeleitete Luft in den gärenden Satz, ist der Beweis dafür, daß die Hefentätigkeit in ihm sich mehr im Sinne normaler Verteilung der Arbeit abspielt, weil genügend Eiweiß, durch die Milchsäurung abgebaut, vorhanden ist. Deshalb wird der Atmungsprozeß, der sich als Oxydationsprozeß darstellt und das vorhandene hochmolekulare Eiweiß in Zucker und eine niedermolekulare, für die Enzyme der Hefe lösliche Eiweißverbindung spaltet, wenig beansprucht. Die Hefe findet ja bedeutende Mengen diffusibel gemachten Eiweißes vor, so daß die zymatisch-peptatische Arbeit gleich ohne große Verbrennungs-(Atmungs-)Tätigkeit vor sich gehen kann. Die Kohlensäureentwickelung ist ja auch im Verhältnis zu den dicken Sätzen ungemein stürmisch, so daß die Maische fortwährend hochgenommen und mit der Luft auf die Weise in Berührung gebracht wird. Die Vertreibung der Kohlensäure ist nun durch die Tätigkeit des sich auf- und abwärts bewegenden Kühlers schon gerade durchgreifend genug, um der Hefe in passender Menge Luft anzubieten, so daß sie, minimal atmend und sich der reichlich und günstig dargebotenen Nährstoffe, besonders der Eiweißstoffe bedienend, genügend Aufbaumaterial vorfindet, sich vermehren, kräftig ausgebildete, neue Zellen erzeugen und tüchtige zymatische Arbeit leisten kann. Deshalb ist eine besondere Lüftung nur von Schaden und für den gärenden Satz unzweckmäßig.

Wohl aber ist es zweckmäßig, als Satzgärlokal einen gut zu ventilierenden Raum zu nehmen, der die Kohlensäuremengen leicht fortzuwehen gestattet.

Wenn es sich also nun um die Frage handelt, wann ist der Satz reif, d. h. im richtigen physiologischen Zustand für seine Zugabe als Erreger in die Hauptmaische, so kann weder die Temperaturerhöhung, noch die Vergärung allein, noch auch das äußere Gebaren des gärenden Satzes maßgebend sein. Wenn die Hefe zum Aussäen bereit sein soll, dann muß sie in einem Zustand sein, bei dem das Wachstum in Ruhe gekommen ist und die gebildeten neuen Zellen sich mit Reservestoffen angereichert haben. Dies ist der Fall, wenn beim Betrachten einer Probe gärender Satzmaische unterm Mikroskop ein Zerfallen der Sproßverbände eintritt, die meisten Zellen einzeln sich dem Auge darbieten und die neuen Zellen die Größe der Mutterzellen erreicht haben, so daß dem Beschauer sich eine große Menge einzelner, gut ausgewachsener Zellen zeigt. Dieser Reifezustand tritt je nach der Arbeitsweise verschieden früh und unter verschiedenen äußeren Merkmalen auf und muß für jeden Fall des öfteren durch das Mikroskop wieder festgelegt werden, zumal, wenn eine Arbeitsänderung eingetreten ist. Wird — und das ist Voraussetzung für die Führung und Erreichung einer richtigen, guten Satzmaische — stets peinlich genau nach dem Schema gemaischt, gesäuert, angestellt und vergoren, dann läßt sich durch die Zeitdauer der Gärung auf Grund mikroskopischer Beobachtung hinreichend genau der „Reife"zustand der Hefe voraussagen.

Sobald irgendwelche Änderung der Arbeitsweise bei den Satzmaischen eintritt, ist stets wieder für das neue Schema dieser Zeitpunkt der Reife mikroskopisch zu bestimmen, auf welche Weise das einzig sichere Kriterium hierfür selbst bei verschiedenster Herstellung der Satzmaischen zu erhalten ist.

Meist tritt dieser Reifezustand ein, wenn $^3/_5$ des ursprünglich vorhandenen Zuckers vergoren sind; bei geringerem Säuregrade und damit verbundenem kleinerem Vorrat an abgebautem Eiweiß kann sich für Hefensatzmaischen der Reifezustand hinausschieben, bis $^2/_3$ des Zuckers verarbeitet sind. Dieser Vergärung entspricht durchschnittlich eine Alkoholbildung von 7,5 bis 8 Proz. aus einem etwa 17 bis 18° Balling entsprechenden Extraktgehalt; eine Alkoholmenge, die hinreichend groß ist, um neben der vorhandenen Milchsäure die etwa anwesenden Gegner mehr als matt zu legen und, in der Hauptmaische verdünnt, noch einen Schutz bei der Einleitung der Gärung zu gewähren. Der Reifezustand fällt auch nach der mikroskopischen Kontrolle bei den 24 bis 28° Balling starken angestellten Satzmaischen meist zusammen mit der Gärdauer von 12 Stunden, in der also die Hefe sich genügend vermehrt, gekräftigt und die 8 Proz. Alkohol gebildet hat.

Das äußere Aussehen des gärenden „reifen" Satzes ist dann meist auch recht charakteristisch. An Stelle der reichlichen Kohlensäurebildung ist eine matte getreten, statt der großen Blasen, die sich durch die dicke Masse Bahn machten, entweichen kleine Bläschen und das Volumen der gärenden Masse ist mit Nachlassen der Gasentwickelung zurückgegangen; das Wälzen der Masse von unten nach oben und nach bestimmten Stellen der Oberfläche hat aufgehört; sie ist auch bedeutend beweglicher, dünner geworden.

Als Grundsatz muß aber bei Beurteilung der „Reife" gelten, das mikroskopische Bild als ausschlaggebend zu betrachten und die äußeren Merkmale nur zur Unterstützung des mikroskopischen Befundes heranzuziehen, jedenfalls aber keinen vergorenen Satz zu verwenden, der nicht durchaus als reif befunden wurde.

Um Unregelmäßigkeiten in der Reife zu vermeiden, ist es nötig, die Sätze so anzustellen, daß die „Reife“ mit dem Zeitpunkt zusammenfällt, an dem der reife Satz in die Hauptmaische kommt. In besonderen Fällen — bei Betriebsstörung usw. — kühlt man, um Überreife zu vermeiden, den reifen Satz auf 25° zurück oder auch auf 22°, bei welcher Temperatur er dann kaum mehr weitergärt.

Bei genügender Kontrolle der Satzmaischen, besonders während der Gärung, wird man auch rechtzeitig die Gefahr beginnender Degenerierung erkennen können.

Die gärende Masse zeigt bei gleicher Arbeit früher als gewöhnlich den sogenannten trägen Zustand, herrührend von einem eingetretenen Rückgang der Hefentätigkeit bei der Ausreifung der neuen Zellen. Die Vergärung geht in gleicher Zeit nicht mehr so weit, währenddem die Erwärmung meist schneller vor sich geht, da die erlahmende Kraft der Hefe gegenüber der geforderten Arbeit ihre Überanstrengung erfordert. Die Spaltung von Zucker und Eiweiß verläuft nicht mehr normal, es bilden sich Nebenprodukte, die sich auch im Geruch des gärenden Satzes offenbaren, der nicht mehr angenehm säuerlich, sondern fade, unangenehm wird. Die Zellen bleiben großenteils trotz äußerer Reifemerkmale im Sproßverband, die Tochterzellen wachsen nicht voll aus und vereinzelt treten tote Zellen und häufig solche mit schon großen Vakuolen (Safträumen) auf. Dann ist es Zeit, Reinzucht oder für gut befundene Hefe einer anderen Fabrik in die Satzgärung einzuführen. Keinesfalls aber kann der Verfasser zu irgend einem der vielen angeratenen „Auffrischungsverfahren“ raten. Wo Gefahr im Verzug ist, gibt es bloß ein Mittel zur Herstellung der gewohnten Sicherheit, das radikale Mittel der völligen Erneuerung des Gärungserregers. Tritt Degenerierung ein oder ist sie im Anzuge, so heißt es auch die Säurung und Maischung revidieren. Bei Durchführung der oben geschilderten Maßnahmen konnte Verfasser ein halbes Jahr und länger mit der gleichen Hefe in fortwährender Nachzucht und gerade deshalb vorzüglich arbeiten. Bei genügend hohem Säure- und Zuckergrad der Satzmaische schiebt sich die Gefahr der Degenerierung weit hinaus; sie ist etwas Natürliches und ist nicht zu vermeiden. Deshalb wartet man sie am besten gar nicht ab, sondern sorgt für zeitige Erneuerung der Stellhefe, die wohl momentan einen kleinen Ausbeuterückgang bringt, doch dauernde Sicherheit des Betriebes gewährleistet.

g) Die Untersuchung der Satzmaischen.

α) Die verzuckerte Satzmaische. Die nächstliegende Prüfung ist die der verzuckerten Satzmaische auf ihr Verhalten gegen Jod, also auf den Grad der diastatischen Arbeit. Man nimmt zu diesem Zwecke eine kleine Probe heraus, verdünnt mit kaltem Wasser und gibt Jodlösung zu. Bei oben angegebenem Satzmaischverfahren kommt ja größtenteils das verkleisterte Material zur Verzuckerung, weshalb auch bei gutem Malz eine gute Verzuckerung vorliegt, also mit Jod nur eine Gelbfärbung eintritt. Nur wenn der Schrot zu grob war oder nicht in feinem Strahl, sondern in unregelmäßig großen Mengen eingeleert wurde, können sich noch Stärkepartikel vorfinden. Ist der Mehlkörper des Kornes nicht fein vermahlen, und wird der Schrot schlecht eingeleert, dann bilden sich Klümpchen, die, außen verkleisternd, dem Wasser und der Wärme nur äußerst langsam und ungenügend Zutritt ins Innere gestatten.

Wir brauchen dann bloß eine Probe der Satzmaische mit Wasser zu schütteln und stehen zu lassen; die unverzuckerte Stärke setzt sich zu Boden, die leichten Hülsen aber bleiben länger suspendiert. Auch eine kleine Probe, unter das Mikroskop gebracht, gibt wertvolle Aufschlüsse; nur muß man zu diesem Zwecke die mit Wasser verdünnte Maische nehmen, aus der man die gröberen Teile absetzen läßt.

Um den Saccharometergehalt zu bestimmen, z. B. bei der oben empfohlenen verzuckerten Satzmaische aus 65 kg Darrmalz, 85 kg Roggenschrot mit 250 Liter heißem Wasser, gibt man in einen graduierten Meßzylinder genau 200 ccm Wasser und fügt dann in kleinen Mengen langsam von der abgekühlten Satzmaische bis zur Marke 400 ccm zu, mischt gut, beutelt durch ein Seidensieb und saccharometriert.

Der Verdünnung Rechnung tragend, ist die Saccharometeranzeige mit zwei zu vervielfachen und ergibt für obige Sätze etwa 30° Balling. Der Rückstand im Seidenbeutel kann nun noch näher auf unverzuckerte Stärke nachgesehen und geprüft werden; am besten kocht man ihn mit Wasser aus und prüft auf gelöste Stärke. In der ausgebeutelten Flüssigkeit (Verdünnung Satzmaische: Wasser = 1 : 1) kann auch die Säure titriert werden, die im fertig verzuckerten Satz bereits vorhanden ist und etwa auf 100 ccm der verdünnten Maische 1 ccm Natronlauge beanspruchen wird, also für 100 ccm der unverdünnten Satzmaische 2 ccm verbrauchen würde. Der größte Teil der sauren Reaktion entstammt sauren Salzen, an denen die Rohstoffe reich sind, und geringen Mengen freier Säuren, wie z. B. Milchsäure, die sich ebenfalls in den Rohstoffen manchmal vorfindet. Die 3 bis 5 Liter als Aussaat zugesetzter saurer Maische, möge diese auch einen Säuregrad von 20 ccm für 100 ccm gesäuerter Maische gehabt haben, würden dann 60 bis 100 g freie Milchsäure der süßen Satzmaische zuführen, also in einer Verdünnung von 0,015 bis 0,025 Proz., einem Laugeverbrauch in 100 ccm von 0,16 bis 0,28 ccm entsprechend, während die frisch gemaischte Satzmaische auf 100 ccm bereits 2 ccm Lauge verbraucht.

Wie auch die Erfahrung zeigt, handelt es sich um eine Menge Milchsäure in der als Aussaat benutzten sauren Satzmaische, die so gering ist, daß ihre Zugabe am Schlusse der Maischung auch nicht den geringsten Einfluß auf die Verzuckerung hat. Aber durch den Zusatz bei $63^3/_4{}^0$ in die fast fertige Maische wird eine Reinigung der Aussaat vollzogen, die sich in fast absoluter Reinheit der folgenden Säurung dokumentiert.

β) Die gesäuerte Satzmaische. Wird die Decke abgezogen, so sei darauf acht gegeben, daß sie fest auf der gesäuerten Masse anliegt. Die freigelegte Masse sei gleichmäßig und weise durchaus keine schaumigen, von Gasentwickelung herrührenden Stellen, auf. Ehe durchgerührt wird, kann man an verschiedenen Stellen die Temperatur feststellen, um zu wissen, daß die Abkühlung, bzw. Säurung der Masse eine ziemlich gleichmäßige war. Kleine Unterschiede in den äußeren und mittleren Teilen des Satzes treten immer auf. Meist weist die Randmasse 50°, das Innere etwa 55° auf. Für ängstliche Gemüter kann es nichts schaden, die Aussaat, den sauren Satz, aus der Mitte zu entnehmen. Der Verfasser entnimmt sie mit Vorliebe der durchgerührten, gesäuerten Maische, deren Durchschnittstemperatur meist 52 bis 53° beträgt. Zur Bestimmung des Säuregrades verdünnt man nun, wie oben angegeben, mit dem gleichem Teil Wasser, indem man in 200 ccm Wasser

gesäuerte Maische bis zur Marke 400 ccm einlaufen läßt. Man mischt gut, beutelt durch reine Seidengaze und titriert von der auch zu saccharometrierenden Flüssigkeit 100 ccm auf Säure; die Anzahl der verbrauchten Natronlauge ist wieder mit zwei zu vervielfachen. Hat die verzuckerte Satzmaische etwa 30° Zucker nach Balling ergeben, so wird die gesäuerte Maische, obwohl dünnflüssiger, doch etwa 32° Balling anzeigen, infolge der durch die Milchsäurebildung in Lösung gegangenen Proteïne. Die Säure soll nun mindestens für 100 ccm der Verdünnung 10 ccm Natronlauge verbrauchen, also für 100 ccm der konzentrierten gesäuerten Maische 20 ccm (= 1,8 Proz. Milchsäure). Der Verfasser bezeichnet diese Zahl als Minimum und normal für die Hefenfabrikation und bemerkt, daß er bei Verarbeitung von sehr eiweißreichem Material mit großem Erfolg bis auf 22 und 24 ccm Laugeverbrauch für 100 ccm gesäuerter Maische hinarbeitet. Wichtig ist die mikroskopische Prüfung auf die vorhandenen Milchsäurebazillen, wozu man eine kleine Menge der Maische mit Wasser verrührt und einen Tropfen der Aufschlämmung ohne gröbere Teilchen nimmt. Das mikroskopische Gesichtsfeld muß dicht besäet mit den Stäbchen sein, die, wie unter „Bacillus Delbrücki“ beschrieben, meist einzeln, aber auch zu Reihen der Länge nach aneinandergelegt erscheinen und nach dem Gesamtbilde der Reinheit der Säurung Ausdruck verleihen. Wer das mikroskopische Bild vor und nach der Säurung vergleicht, hat keinen Zweifel mehr über den so wichtigen Eiweißabbau, der mit der Bildung der Milchsäure durch die Bazillen einhergeht, ganz abgesehen von anderen erwähnten Beobachtungen, die Beweise dafür bilden können. Bei richtiger Arbeit können andere Säurungserreger nur in so geringen Mengen vorhanden sein, daß sie erst durch Anreicherung sichtbar werden, also praktisch nicht in Betracht kommen. Zur Prüfung auf flüchtige Säuren dampft man 200 ccm der Ausbeutelung auf 100 ccm ein, füllt wieder auf 200 ccm auf und titriert. Die Differenz zwischen dieser Titration und derjenigen der Gesamtsäure gibt direkt den Laugeverbrauch für die flüchtigen Säuren in 100 ccm der unverdünnten Maische an und ist bei richtiger Arbeit stets gleich Null. Jedenfalls liegt ein grober Fehler der Arbeit vor, wenn sich flüchtige Säuren, wie Buttersäure oder Essigsäure, bilden können, die für einen geordneten Gärungsbetrieb heute durchaus ausgeschlossen sein müssen.

γ) Die angestellte Satzmaische. Durch die zum Überschöpfen der Maische und zum Lösen der Stellhefe benutzte kleine Wassermenge tritt eine Verdünnung der Satzmaische ein. Die 55 Liter Wasser drücken den Saccharometergehalt auf etwa 27 bis 28° Balling herunter. (Verdünnung mit Wasser wie oben angegeben nötig durch Einlaufenlassen von angestelltem Satz in 200 ccm Wasser bis zur Marke 400 und Durchbeuteln der Probe.) Sofort nach Beendigung der Abkühlung auf 25° Anstelltemperatur ist die Probe zu machen. Von der zur Saccharometerablesung benutzten, ausgebeutelten Verdünnung werden danach 100 ccm auf den Gehalt an Säure titriert. Auch dieser ist durch die zum Anstellen genommenen Wassergaben etwas erniedrigt und beträgt etwa $^1/_{10}$ weniger als bei der gesäuerten Maische; hat diese vor der Anstellung einen Säuregrad von 20° (ccm Natronlauge für 100 ccm Maische) gehabt, so beträgt er nach der Anstellung 18° (immer auf die oben beschriebene Satzmaische bezogen). Es ist gut, bei den Proben immer mit gleichen Verdünnungen zu arbeiten, besonders bei den mikroskopischen, damit der beobachtete Tropfen stets auch ein quantitatives Bild seines Inhalts gibt. Hat

man eine gut gemischte Verdünnung von etwa 20 ccm angestellter saurer Maische mit reinem Wasser zu 100 ccm aufgefüllt (besser gesagt 80 ccm Wasser mit der Maische versetzt, bis es bei Marke 100 steht) und zählt mit einer Meßkammer die in einem Tröpfchen enthaltenen Hefenzellen, so kann man durch spätere Zählung den Grad der Vermehrung feststellen.

δ) Die reife Satzmaische. Hier ist eine Untersuchung aus verschiedenen Gründen dringend geboten. Einmal ist durch die erwähnte mikroskopische Zählmethode ein Bild über die Hefenvermehrung zu gewinnen und gleichzeitig damit ein Kriterium über den physiologischen Zustand der Zellen (s. oben unter „reifer Satz"). Weiter aber ist die Säurezunahme bei der Gärung wissenswert. Für die Hefenzählprobe ist, um Vergleichswerte zu erhalten, natürlich auch die Verdünnung 1 : 5 (20 auf 100 ccm aufgefüllt) zu nehmen.

Hauptsache ist die durch tüchtiges Schütteln bewirkte gleichmäßige Verteilung der Hefe, so daß das Tröpfchen unterm Deckgläschen eine Durchschnittsprobe darstellt.

Über den für reifen Satz nötigen mikroskopischen Befund der Hefenzellen haben wir weiter oben gesprochen. Wir müssen ziemlich gleich große, gut ausgebildete, kaum noch zusammenhängende, also in der Mehrzahl einzeln liegende Zellen sehen mit kleinen oder gar keinen Vakuolen und etwas körnigem Plasma. Was nun die Säurezunahme betrifft, so handelt es sich um eine allgemein bekannte Tatsache, die sogar in der reinen Brennerei eintritt, wo die gesäuerten Hefensätze vor dem Abkühlen zum Anstellen auf 75° aufgewärmt und bei dieser Temperatur $^1/_4$ Stunde belassen werden. Man sollte meinen, daß hier alles abgetötet ist, was noch säuern könnte. Und trotzdem — selbst bei reinster Säurung vorher — tritt während der Vergärung des Satzes eine Nachsäurung ein, die aber bei normalen Verhältnissen eine bestimmte Größe zeigt und deshalb einen Rückschluß auf den Verlauf der Gärung zuläßt. In der Hefenindustrie ist ein Aufwärmen der gesäuerten Hefenmaischen vor dem Abkühlen zum Anstellen nicht geboten und nach langjähriger Erfahrung des Verfassers geradezu verlustbedeutend, weil dadurch — siehe Brennereisatzmaischen, die auf 75° sterilisiert sind — die Nachsäurung doch nicht hintangehalten, aber alles Eiweißmaterial geschädigt wird. Wird der vergorene Satz auf Zucker und Säure geprüft (gleiches Volumen Wasser und vergorener Satz gut gemischt und durch Seidengaze gebeutelt), dann wird er von 27 bis 28° Balling auf 10 bis 11 bis 12° Balling vergoren sein und an Säure statt ursprünglich z. B. 18° (für 100 ccm) maximal 19 bis 19,5° zeigen. Beim Mischen der Probe mit Wasser ist gut zu schütteln, bis die Kohlensäure vertrieben ist, und eventuell bei Volumrückgang noch etwas vergorener Satz bis 400 ccm zuzugeben.

Die Nachsäurung wäre einfach auf die Tätigkeit der vorhandenen Milchsäurestäbchen zurückzuführen, wenn sie nicht auch in den sterilisierten Brennereimaischen aufträte. Läßt man nun gesäuerte Hefenmaische bei 25° in Wasser stehen, so ist die Säurezunahme gleich Null; versetzt man sie mit Hefe bei dieser Temperatur und läßt sie gären, so tritt die Mehrung auf. Die Säurezunahme ist nun um so geringer, je mehr reine Säure die Satzmaische beim Anstellen hatte: das ist eine alte Erfahrungstatsache. Ebenso, daß die Säurezunahme auch in sterilisierter Hefenmaische bei der Gärung auftritt. Da es sich nicht um flüchtige Säuren handelt — eine Prüfung darauf ist immer wünschenswert —, so könnte es nur Milchsäure sein, was auch zutrifft.

Der Verfasser hält diese Milchsäurebildung in den vorher sterilisierten und dann vergorenen Satzmaischen — sie wird in allen gärenden Maischen beobachtet — für die Folge enzymatischer Tätigkeit des Plasmas der abgeschwächten oder toten Milchsäurestäbchen zur Unterstützung der Gärtätigkeit der Hefe. Je stärker die Milchsäurebildung und damit die Eiweißvorbereitung für die Hefe war, desto weniger wird die peptatische Tätigkeit der Hefe beansprucht. Die Milchsäurestäbchen enthalten nun gewiß ein peptatisches Enzym neben ihrem Milchsäure aus Zucker bildenden Enzym.

Hat nun die Hefe Schwierigkeit, sich des Eiweißes bedienen zu können, so springt dafür das peptatische Enzym der Milchsäurestäbchen ein. Je schlechter vorbereitet also die gesäuerte Hefenmaische für die Hefe ist, desto größer wird die Beanspruchung des Enzyms der Milchsäurestäbchen, deren Tätigkeit noch lange — wie bei den Enzymen der Hefe — den Tod der Zellen überdauert. Bei den Hefensatzmaischen tritt keine Sterilisierung ein, die Säurezunahme ist aber in normalen Fällen auch nicht größer als bei den sterilisierten Hefenmaischen der Brennerei. Sie entspricht, trotzdem die gesäuerte Maische sofort auf Anstelltemperatur abgekühlt wird, also eine Schwächung der Stäbchen direkt nicht stattfindet, pro 100 ccm vergorener Maische 1,0 bis 1,5 ccm Natronlauge, die zur Abstumpfung der Säure nötig ist. Die Temperatur allein ist für die Nachsäurung ohne Belang; sie tritt nicht ein, wenn z. B. die gesäuerte Maische etwa bei 25° in Wasser stehen bleibt. Die Säurebildung tritt aber sofort als Begleiterscheinung der Gärung des gesäuerten Hefenguts auf. In den nicht sterilisierten Maischen der Hefenindustrie haben wir dann folgenden Vorgang: die Stäbchen wachsen bei der Temperatur neben der Gärung durchaus nicht mehr, aber lebend, wie sie noch sind, stellen sie je nach Bedarf ihr peptatisches Enzym in den Dienst der Hefenernährung, und zwar um so weniger, je mehr die vorhergegangene durchgreifende Tätigkeit der Stäbchen neben der Säure Vorräte an für die Hefe diffusiblen Proteïnvorräten geschaffen hat, je mehr die Stäbchen Zeit hatten, die reichliche Säuremenge zu bilden. Je schneller die Säurung verläuft, also bei ihrem Optimum etwa von 40 bis 45°, desto geringer ist der Eiweißabbau. Diese Nachsäurung ist dem Verfasser ein weiterer Beweis für die eiweißspaltende Fähigkeit der Milchsäurebazillen, die sich den Zucker aus Eiweiß abzuspalten vermögen und dabei noch leicht lösliche Eiweißreste isolieren.

So stellt die Nachsäurung sich als eine normale Begleiterscheinung dar. Hervorgerufen durch den Enzymgehalt der Stäbchen — ob diese tot oder durch niedere Temperatur oder durch die Tätigkeit eines anderen Pilzes, z. B. der Hefe, zur Untätigkeit gezwungen sind — sich äußernd in Eiweißspaltung und Milchsäurebildung, verläuft sie normal im Verhältnis der in den toten oder untätigen Zellen vorhandenen Enzyme (Zunahme an Säure bei bester Arbeit 1 ccm Lauge entsprechend), und anormal, wenn die Gärung nicht richtig im Gange bzw. durch unrichtige Säurung die Hefenarbeit nicht genügend erleichtert ist. So ist die Säurezunahme ein Zeichen guter oder mangelhafter bis schlechter Säurung und Gärung. Interessant und wünschenswert ist es stets, in besonderen Fällen die einfache Probe auf flüchtige Säure zu machen.

Diese kann mit der Alkoholbestimmung verbunden werden. In 100 ccm Wasser gibt man bis zur 200 ccm-Marke vergorenen Satz und destilliert in dem kleinen Destillierapparat in das vorgelegte 100 ccm-Kölbchen 100 ccm ab.

Nach der Bestimmung des Alkoholgehaltes durch das spez. Gew. oder durch Spindelung mit dem Lutterprober kann man das Destillat noch titrieren. Fast immer konnte der Verfasser bei größerer Säurezunahme flüchtige Säuren und Schädigungen des Gärungsverlaufs nachweisen. Besteht die Säurezunahme nur aus Milchsäure, dann ist sie wohl immer, wenn sie etwa 1° übersteigt, ein Zeichen mangelhafter vorhergegangener Säurung, aber nicht gerade schädlich. Doch muß als Grundsatz gelten, daß eine geringe Säurezunahme von etwa 1° ein regelmäßiger Begleiter guter Säurung und Gärung ist, eine darüber hinausgehende, 1,5° überschreitende Zunahme der vorhandenen Säure aber verdächtig ist und unrichtige Arbeit zur Voraussetzung hat, was denn auch der weitere Verlauf der Gärung deutlich zeigt. Jedenfalls ist diese Zunahme in normaler Größe eine vielleicht unvermeidbare Wirkung des Enzymgehalts der vorhandenen toten oder untätig gemachten Stäbchen (Zellen) und in anormaler Größe erst eine peptatische Hilfsaktion der Milchsäurestäbchen für die peptatische Hefenarbeit und somit ein Beweis, daß die Hefe ungünstige Lebensbedingungen vorgefunden hat. Und somit ist auch die anormale Säurezunahme in jedem Falle verdächtig und danach zu würdigen.

III. Besondere Satzmaischverfahren.

Obwohl eigentlich die Milchsäurung heute ganz leicht durchzuführen ist, glaubten doch viele dem Gewerbe einen Dienst zu erweisen, wenn sie die Pilzsäurung durch eine einfache Säuregabe oder auch durch Zugabe von Giften ersetzten, an die die Hefe sich langsam gewöhnt, nicht jedoch die Spaltpilze. Es ist klar, daß die Satzführung eine bedeutende Zeitersparnis erfahren würde, wenn die lobenswerte Absicht sich verwirklichte.

Auch die Ersparnis der Heizung der Säurekammer und des Kraftverbrauchs der mechanischen Kühlung kämen hinzu.

Am naheliegendsten ist die Verwendung technischer Milchsäure, wie sie heute in etwa 50proz. Ware besonders die Firma C. H. Böhringer Sohn in Nieder-Ingelheim in den Handel bringt.

a) Die Arbeit mit technischer Milchsäure.

Der Preis für die 50proz. Ware nehmen wir, um die finanzielle Seite gleich zu betrachten, zu 60 ℳ pro 100 kg an und den erforderlichen Säuregrad der Hefenmaische zu 1,8 Proz. Milchsäure. Für oben angeführte Satzmaische benötigten wir also bei etwa 450 Liter Satzmaische (18 g 100proz. Milchsäure für 1 Liter) $18 \cdot 450 = 8100$ g 100proz. oder 16 kg technische, 50proz. Milchsäure, also eine Ausgabe von $16 \cdot 0{,}6 = 9{,}60$ ℳ pro Satzmaische. Nun müßte diese Ausgabe ausgeglichen werden durch Mehrausbeute an Hefe und Spiritus oder durch Ersparnis an Dampf und Kraft. Für Spiritusbrennereien scheint nun der Ersatz der Pilzsäurung durch Zusatz technischer Milchsäure zu gehen; die hier verlangte Arbeit der Hefe ist mehr die der Gärung ohne besondere Vermehrung, also mehr nur Zuckerspaltung ohne Eiweißabbau. Die Hefe hat große Zuckermengen in Alkohol zu zerlegen ohne andere als die durch die Tätigkeit der mechanischen Kühler bewirkte Lüftung und sich speziell für diese Arbeit vorzubereiten. Doch ist bis jetzt in Brennereien mit technischer Milchsäure nur die gewohnte Arbeit, also die normale Ausbeute etwa — und nach manchen Berichten das nicht immer —

erzielt worden, so daß, zumal die mit technischer Säure versetzte Hefenmaische bei Temperaturen über 62,5° noch 24 Stunden stehen muß, also doch Dampf erfordert, die Mehrkosten keine Gegenleistung haben. Mag sein, daß für den einen oder den anderen Betrieb, in dem die leicht durchführbaren Lehren der natürlichen Reinzucht und der reinen Milchsäurebildung noch nicht ihren Einzug gehalten haben, die Arbeit mit technischer Milchsäure einen Fortschritt oder wenigstens das gleiche, vielleicht gleich schlechte Resultat bedeutet: Zum mindesten ist es schwer, aus teilweiser Arbeit mit der technischen Milchsäure ohne streng durchgeführte Gegenkontrolle mit Pilzmilchsäuresätzen Schlüsse zu ziehen.

Jedenfalls steht heute noch fest, daß keines der neuen Verfahren, die die Pilzmilchsäure verdrängen sollen, auch nur annähernd bei moderner, so leicht durchführbarer Arbeit mit der reinen Milchsäurebildung diese zu ersetzen imstande ist. So weit des Verfassers Kenntnisse der Verhältnisse reichen im Kreise der ihm bekannten Betriebe, die darüber sich äußern konnten, ist auch von einer mehr als versuchsweisen Arbeit mit technischer Milchsäure nicht die Rede. Müssen doch um 1,5 bis 2° höhere Anstelltemperaturen gewählt werden, um in nicht zu langer Zeit die richtige Reife des Satzes zu erlangen.

Teilweise wird die Arbeit so gemacht, daß sofort nach der Verzuckerung die nötige Menge Milchsäure zugegeben und unter die Satzmaische gut gemischt wird. Gleich danach findet Abkühlung zum Anstellen mit Hefe oder Mutterhefe statt. Teilweise aber erwies es sich als besser, die mit Milchsäure versetzte, auf etwa 70° erwärmte Maische etwa 24 Stunden so stehen zu lassen, daß sie sich nicht unter $62^1/_2{}^0$ abkühlen kann, um sie dann erst bei 75° sterilisiert anzustellen. Jedenfalls ist für Hefenfabriken an einen Ersatz der Pilzmilchsäurung durch Ansäurung mit entsprechend viel technischer Milchsäure nicht zu denken.

Neuerdings konnte die Arbeit mit technischer Milchsäure in kleinen Versuchen kombiniert werden mit Zusätzen von Buttersäure oder Ameisensäure.

Die Buttersäure wirkt durch ihre Spaltpilze, in nennenswerteren Mengen erzeugt, giftig auf die Hefe; nicht so die Buttersäure, die technisch gewonnen, der Milchsäure zugegeben und mit dieser der Gärung direkt beigemengt wird. Die technische Milchsäure enthält nämlich immer oder meist geringe Mengen Buttersäure. Man konnte sogar bei einem Zusatz von etwa 30 Proz. Buttersäure zur technischen Milchsäure Vorteile konstatieren gegenüber der Arbeit mit reiner Milchsäure. Doch ist diese Frage rein wissenschaftlicher Natur, da die technische Buttersäure wegen ihres hohen Preises gar nicht praktisch als Spaltpilzgift und Hefenschutzmittel in Frage kommen kann.

Dagegen soll ein Zusatz von Ameisensäure, an die sich die Hefe langsam, aber ganz gut gewöhnt, es ermöglichen, die Milchsäurebildung abzukürzen; doch kommt auch diese Arbeit — die Anstelltemperatur muß dabei auch höher genommen werden — für die Hefenfabrikation nicht in Betracht, vielleicht auch praktisch nicht für die Brennerei, wenn doch einmal die Pilzsäurung noch dazu gebraucht wird.

b) Die Verwendung von Mineralsäuren statt Milchsäure in den Hefensätzen (Satzmaischen).

Einen praktischen Erfolg hat hiermit eigentlich nur Effront gehabt mit seinem Flußsäureverfahren, obwohl nach den heutigen Verhältnissen wohl

mit Recht behauptet werden darf, daß in Deutschland — trotz anfänglicher Begeisterung bei seinem Bekanntwerden vor etwa 20 Jahren — heute nirgends mehr danach gearbeitet wird. Die Gewöhnung der Hefe an die Flußsäure in steigenden Dosen bis zu Mengen, die spaltpilztötend wirkten, war eine schwierige und oft sogar aussichtslose Sache.

Die Ansäurung der Hefensätze mit Mineralsäure kommt für die Hefenbereitung nicht in Betracht, soweit es sich einfach um Zugabe einer Säuremenge handelt, die auf die Spaltpilze tötend wirkt, ohne der Hefe zu schaden.

Obschon ja in der Hefenfabrikation noch Gaben von Schwefelsäure verwendet werden zur Unterstützung der Milchsäure in den Hauptgärungen, so kann doch von einem reinen Ersatz der Milchsäure im Satz durch Schwefelsäure nicht die Rede sein.

c) Das Büchelersche Verfahren.

Eine Ausnahmestellung nimmt hier das Büchelersche Verfahren ein, bezüglich dessen der Verfasser bedauert, daß es nicht da und dort in Hefenfabriken probiert wurde, nachdem dem Verfasser bekannt ist, daß eine große außerdeutsche Hefenfabrik gute Resultate damit erzielt hat. Dem Patentanspruch nach liegt hier insofern eine besondere Schwefelsäuregabe vor, als diese nicht als solche zur Geltung kommen, sondern nur aus den in den Rohstoffen vorhandenen organischsauren Salzen die entsprechenden Säuren freimachen soll. Der Streit um dieses Verfahren dauert seit seinem Auftreten bis heute. Umstritten ist vor allem die Behauptung des Erfinders, daß das als Indikator benutzte Methylviolett tatsächlich durch seinen Farbenumschlag eben vorhandene freie Schwefelsäure anzeige, so daß mit Hilfe dieses Farbstoffes die Menge Schwefelsäure genau festgestellt werden kann, mit der gerade die in den vorhandenen organischsauren Salzen enthaltenen organischen Säuren in Freiheit gesetzt werden. Mit der Verneinung dieser Frage verquickt sich dann von selbst die weitere, ob dann nicht damit das Patent falle. Außerdem könnte angenommen werden, daß zum mindesten aber jeder Mineralsäurezusatz zur Satzmaische dann keine Patentverletzung darstelle, wenn er unbekümmert um die dadurch hervorgerufenen Zersetzungen einfach empirisch als dem Betriebe dienlich, also erfahrungsgemäß gefunden, gemacht wird. Die deswegen angestrengten Prozesse sind bis jetzt, soviel dem Verfasser bekannt, zugunsten des Patentinhabers entschieden worden. Nach des Verfassers Ansicht möchte es wohl etwas für die Hefenernährung Verschiedenes sein, ob die freien Säuren der organischsauren Salze oder freie Schwefelsäure vorliegen. Der Patentinhaber versuchte mit Erfolg die Brauchbarkeit des Methylvioletts im Sinne des Patentanspruchs nachzuweisen; von der Gegenseite wurden die Resultate mehr oder minder angefochten.

Jedenfalls haben die Versuche des Vereins deutscher Spiritusfabrikanten mit dem Verfahren in einigen Brennereien — mit Erlaubnis des Patentinhabers ausgeführt — ergeben, daß es für Brennereien brauchbar ist und die etwaigen Vereinfachungen des Betriebes (Abkürzung der Gärdauer usw.) zur Folge haben kann, gewiß mehr als die anderen Verfahren, die mit technischen Säuren in den Satzmaischen arbeiten.

In einzelnen Brennereien im Norden und Süden des Reiches wird nach dem Verfasser gewordenen Mitteilungen nach dem Verfahren gut gearbeitet.

Die Kürzung der Gärdauer als Vorteil seines Verfahrens hat der Erfinder aufgegeben. Jedenfalls — das ist des Verfassers Ansicht — ist die Bestimmung der richtigen Schwefelsäuregabe im Sinne des Patentes eine Aufgabe, die an die Sorgfalt des Brennmeisters keine kleine Anforderungen stellt, wie ja gewiß auch die weitere Arbeit in der Gärung der gleichen Sorgfalt wie sonst bedarf.

Der Verfasser möchte hier nur referierend bemerken, daß ihm die große Fabrik im Auslande bekannt ist, in der die Versuche mit Büchelerschen Sätzen gute Resultate ergaben und besonders haltbare Hefe lieferten. Nach des Verfassers Ansicht wäre die Streitfrage die, ob die aus den Salzen freiwerdenden organischen Säuren in statu nascendi eine besondere Wirkung auf das vorhandene Eiweiß ausüben, also ähnlich wirken, wie die Enzyme der Milchsäurebazillen, wie die Pilzmilchsäurebildung, und deshalb die peinliche Arbeit der genauen Schwefelsäuregabe gerechtfertigt ist. Wenn der Eiweißabbau durch das Verfahren nicht so erfolgt, so dürfte dasselbe, was die Hefenindustrie anlangt, schwere Konkurrenz durch das Milchsäureverfahren haben. Jedenfalls — das hat ja die Vergangenheit und Gegenwart bewiesen — hat jedes neue Satzbereitungsverfahren einen schweren Stand gegen das altbewährte und heute bei unseren Kenntnissen der Milchsäurebazillen und deren natürlicher Reinzucht so leicht zu vollziehende Milchsäureverfahren. Es ist eben nicht bloß die gebildete Milchsäure, die es wertvoll und bis jetzt unerreicht macht, sondern der mit der Milchsäurebildung einherlaufende Eiweißabbau der Enzyme der Milchsäurestäbchen.

d) Das Bauersche Verfahren.

Dem eben erwähnten Umstande trägt das Bauersche Verfahren Rechnung, indem es wenigstens statt der von den Milchsäurestäbchen neben der Milchsäure gebildeten leicht diffusibelen Proteïne einen Hefenextrakt der Hefe als Nahrung bietet. Der Hefenextrakt wird auf Grund autolytischer Vorgänge gewonnen, von denen unter „Hefe“ die Rede war. Er enthält alle Proteïne der Hefe, aber schon in stark abgebauten Formen. Vom Stickstoffgehalt des Extrakts sind 90 bis 92 Proz. als Amide vorhanden. Bauer versetzt nun eine gewöhnliche Maische, die der Milchsäurung wie üblich unterworfen wird, nach der Sterilisation (deren Temperatur den etwa abgebauten Eiweißstoffen sehr gefährlich ist) mit seinem Hefenextrakt, kühlt ab und stellt wie gewöhnlich mit Hefe an — erspart also so die Herstellung besonderer Satzmaischen. Er arbeitet auch noch auf andere Weise unter Ersparnis von eigentlichen Satzmaischen mit seinem Extrakt und gibt der verzuckerten sterilisierten Maische direkt Schwefelsäure zu, vermeidet also die Pilzmilchsäurebildung ganz. Der Ersatz von Satzgetreide durch Hefenextrakt und dabei der Milchsäure durch Schwefelsäure hat sich für Spiritusbrennereien als durchführbar erwiesen. Die Ersparnisse decken sich aber wieder durch die Mindereinnahmen an Spiritus. Von irgend welcher Bedeutung für die Hefenindustrie ist dieses Verfahren nicht. Hier wird, wie bisher, bis auf weiteres der Satz mit Pilzmilchsäurebildung seine verdiente angesehene Stellung zu behaupten wissen.

F. Die Preßhefenfabrikation.

I. Das alte Wiener (Abschöpf-)Verfahren.

1. Die vorbereitenden Arbeiten.

a) Das Maischen.

α) Die Theorie. Unter Maischen versteht man diejenige Arbeit der Fabrikation, bei der aus den Rohstoffen und Wasser mit Hilfe von Malz bei bestimmten Temperaturen der für die Gärung nötige Nährboden hergestellt, d. h. das in den Rohstoffen vorhandene Stärkemehl und Eiweiß durch die Diastase und Peptase aufgeschlossen und löslich gemacht wird. Die Maischung bedeutet also die Gewinnung einer eiweißreichen Maltoselösung für die Hefe. Wie schon erwähnt, treten hier die zwei Enzyme des Malzes in Kraft, Diastase und Peptase, über die wir bereits in besonderer Abhandlung Näheres mitgeteilt haben. Die zur Verwendung kommenden Rohstoffe müssen natürlich so vorbereitet sein, daß diese beiden Enzyme in Wirkung treten können. Entweder es wird durch besondere Arbeit, z. B. durch Dämpfen mit Druck, die ganze Rohfrucht aufgeschlossen (z. B. bei Mais, Kartoffel) und so ihr Stärkegehalt in flüssige Stärke und Dextrin übergeführt; oder man schrotet die Rohstoffe so fein, daß die Diastase und die Peptase eine große Angriffsfläche vorfinden, und dämpft z. B. schwerer aufschließbare Schrote, wie von Mais usw., noch besonders ohne Druck vor, um der Diastase die Stärke bereits verkleistert anzubieten.

Der theoretische Verlauf der Maischung ist also der, daß durch die Enzymwirkung von Diastase und Peptase außer den direkt löslichen Salzen und Stoffen der Rohmaterialien die für die Hefe besonders wertvollen, aber unlöslich vorhandenen Kohlenhydrate (Stärke) und Eiweißstoffe aufgeschlossen, löslich gemacht und für die Hefenzellenmembran durchgängig, assimilierbar werden.

Was die Bildung von Malzzucker (Maltose) aus Stärke anlangt, so wissen wir bereits (s. Diastase), daß dazu bestimmte Temperaturen nötig sind, wenn der Prozeß gut und schnell verlaufen, d. h. viel Maltose und wenig Dextrin erzeugen soll. Wenn auch die Diastase bei sehr reichlichem Vorhandensein, bei langer Einwirkung und in dünner Lösung der Stärke am meisten Maltose bei ihrem Optimum bildet, so ist doch dieser Weg für die Praxis nicht gangbar, die eben einmal konzentriertere Maischen verarbeiten muß. Bei Konzentrationen bis 25° Balling wird bei bester Diastaseleistung ein Maltose-Dextrinverhältnis 81 : 19 erhalten, soweit dies eben analytisch genau feststellbar ist.

Für die Preßhefenbereitung kommen nun — mit Ausnahme der Satzmaischen — Konzentrationen von 25° Balling nicht in Betracht, so daß bei guter Arbeit das günstige Zuckerverhältnis auf alle Fälle erreicht werden kann. Es bleibt also neben Maltose eine Menge Dextrin übrig, das die Diastase, wenn die Maltose vergoren ist, noch in diese Zuckerart überführen und so

vergärbar machen muß. Wir haben also dafür zu sorgen, daß die Diastase beim Maischprozeß möglichst ungeschwächt bleibt, damit sie später bei der Gärung die Dextrine noch angreifen und in Maltose überführen kann. Das wäre eine einfache Sache, wenn nicht die Rohstoffe gleichzeitig auch eine Menge Mikroorganismen mitbrächten, deren gründliche Schwächung bei den Optimaltemperaturen nicht möglich ist. Die Verzuckerungstemperatur muß also unter verschiedenen Gesichtspunkten betrachtet und gewählt werden. Um kurz zu wiederholen, büßt die Diastase bei 56 bis 60° wohl etwas an Kraft ein, arbeitet aber rasch; bei 50° ist die Schwächung praktisch zu vernachlässigen und die Arbeit etwas verlangsamt. Die günstigste Wahl würde so etwa auf 50 bis 55° fallen, bei welchen Temperaturen aber die mit den Rohstoffen hereinkommenden Spaltpilze nicht getötet oder dauernd so geschwächt werden können, daß sie nicht zur Entwickelung gelangen. Vom Ideal muß deshalb Abstand genommen werden, ebenso von der Sterilisierung nach der Verzuckerung, weil bei den dann zur Anwendung gelangenden Temperaturen der ganze Eiweißvorrat unliebsame Veränderungen erleiden würde. Ja schon geringe Temperaturerhöhungen, die die Diastase unter dem Schutz von bereits gebildetem Zucker gut ertragen würde, z. B. auf 65 bis 70° geben wohl schnell sehr gut verzuckerte Maischen; aber ihr Eiweißreichtum ist für die Hefe verloren. Wir müssen uns hier stets vor Augen halten, daß die Hauptmaische im alten Verfahren nicht gesäuert wird, also ihre Eiweißstoffe nur so weit abgebaut enthält, als es die Peptase des Malzes zu tun vermag. Der Verfasser hat für das alte Verfahren interessante Versuche über die Verzuckerungstemperatur gemacht, um festzustellen, wie weit sie nach Bildung einer größeren Menge Zucker, also etwa nach $^1/_2$ bis 1 Stunde, zugunsten einer besten Verzuckerung, aber unbeschadet der Assimilierbarkeit der Proteïne erhöht werden kann. Dabei konnte immer wieder beobachtet werden, daß jede Abmaischtemperatur, die über $63^3/_4{}^0$ hinausgeht, Verderben für die Proteïne bedeutet, wenn auch wohl die Verzuckerung bei 65 bis 70°, wenn vorher schon bei $63^3/_4{}^0$ verzuckert worden war, besser wurde und auch nicht die geringste Spur ungelöster, unverzuckerter Stärke mehr vorhanden war. Das Endresultat der Gärung konnte auch nicht im geringsten befriedigen. Durch die Schädigung der Eiweißstoffe fiel die Hefenausbeute gewaltig, nur die Spiritusausbeute blieb die gleiche.

Während also bei den Satzmaischen die hohen Temperaturen über $63^3/_4$ bis 70° während der Maischung mit Erfolg angewendet werden können, weil durch die nachfolgende Milchsäurebildung das Eiweiß, obwohl es infolge der hohen Temperatur für die Hefe direkt unbrauchbar geworden ist, in großartiger Weise assimilationsfähig gemacht wird, ist bei den süßen Maischen jede Erhöhung der Verzuckerungstemperatur über $63^3/_4{}^0$ ausgeschlossen. Doch genügt diese Temperatur vollkommen, um gute Verzuckerung und gleichzeitige Schwächung oder Tötung der etwa vorhandenen schädlichen Spaltpilze zu erhalten, ohne daß dabei die Eiweißstoffe weiter angegriffen werden. Versuche des Verfassers, gleich gute Resultate mit niedereren Temperaturen ($63^3/_4$ bis $57^1/_2$) zu erzielen, ergaben ein negatives Resultat, obwohl Laboratoriumsversuche hätten vermuten lassen, daß man auch so zum Ziele kommen müsse.

Der Verfasser kann also für die dickeren Maischen der Hefenfabrikation nach altem Verfahren nur die Wahl der Temperatur von $63^3/_4{}^0$ zur Ver-

zuckerung anraten und muß dringend davor warnen, bei den süßen Maischen über diese Temperatur hinauszugehen. Ist das verwendete Malz zufällig nicht ganz gut, dann lieber die Verzuckerungszeit ausdehnen, ja aber nicht die Verzuckerungstemperatur erhöhen, da die über $63^3/_4$ bis 70^0 liegenden Temperaturen keinen Vorteil, sondern nur den Schaden des geronnenen oder unlieb veränderten Eiweißes bringen. Empfehlenswert ist auch, zuerst etwa auf $62^1/_2{}^0$ zu erwärmen, bei diesem Grade zu verzuckern und unter dem Schutz der gebildeten Zuckermenge dann nach $^1/_2$ oder 1 Stunde auf $63^3/_4{}^0$ zur Endverzuckerung aufzuwärmen. Meist wird auch nicht genügend acht auf die Temperaturen gegeben, bei denen die Einmaischung beginnt. Wenn schon vorher unrichtig gearbeitet wird, dann kommt die Diastase bereits geschwächt an die Arbeit des Verzuckerns. Nun ist die Wahl der Temperatur, bei der das Maischen beginnt oder die Maischung sich bis zum Moment des Verzuckerns abspielt, von der Wahl der Rohstoffe abhängig. Doch sollte daran festgehalten werden, daß bei dem Maischprozeß vor der Verzuckerung möglichst die Temperatur von 50^0 eingehalten wird und zwar aus zweierlei Gründen. Erstens geht die Diastase bei dieser Temperatur leicht aus den vermälzten Rohstoffen heraus, verteilt sich feinstens in der Masse und bleibt dabei völlig unbeschädigt. Außerdem aber wissen wir, daß neben Diastase auch Peptase im Malz vorhanden ist, die die vorhandenen Eiweißstoffe aus den unlöslichen leicht gerinnbaren Formen in die niedermolekularen Peptone und Amide abbauen kann. Die durch Untersuchungen kontrollierten Versuche der Praxis ergaben als Tatsache, daß bei 50^0 nicht bloß die Diastase gut ausgezogen und fein verteilt wird, sondern auch durch die Wirkung der Peptase der Gehalt an löslichen Eiweißstoffen zunimmt. Auch während der Verzuckerung selbst vermehrt sich der Gehalt an löslichen Eiweißstoffen, wie ja überhaupt beide Prozesse (der diastatische und peptatische) einen innigen Zusammenhang vermuten lassen. Doch vollzieht sich der Eiweißabbau schon bei der Temperatur von 50 bis $52^1/_2{}^0$ sehr beträchtlich und erscheint als doppelt wichtig, wenn man bedenkt, daß er wahrscheinlich unter Abspaltung einer Zuckergruppe aus dem Eiweißmolekül verläuft, dessen Rest dann für den weiteren Abbau zu Peptonen und Amiden schon angreifbarer ist.

Ganz gleich also, ob Rohstoffe verarbeitet werden, die eine Kochung bei gewöhnlichem Druck verlangen und den übrigen eingeteigten Rohstoffen zugegeben werden müssen, oder nur direkt ohne besondere Kochung verarbeitbare Rohstoffe zur Vermaischung gelangen, so ist stets darauf zu achten, daß die Maische, ehe sie auf die Verzuckerungstemperatur von $62^1/_2$ bis $63^3/_4{}^0$ erwärmt wird, eine Zeitlang bei 50 bis $52^1/_2{}^0$ verbleibt.

Was die Rohstoffe anlangt, so kann man sie in solche trennen, die nur wegen ihres Stärkegehalts, in andere, die wegen ihres Stärkegehalts und besonders günstigen Proteïngehalts genommen werden, und in solche, die sich zur Vermälzung eignen, also Malz liefern.

Zur Aufschließung mit höheren Temperaturen zwingen nur die eigentlichen Stärkemehllieferanten, wie Mais, Manioka, Kartoffel, obwohl ihr geringer Eiweißgehalt dabei mehr oder weniger wertlos wird. Die Dämpfung unter Hochdruck kommt allerdings für das alte Verfahren nicht in Betracht. Denn ein bei 95 bis 98^0 gekochter, fein gemahlener Schrot gibt völlig genügende Aufschließung, aber ohne Bräunung der Masse. Diese ist bei Hochdruckdämpfung nicht zu vermeiden, wenn sie auch nicht gerade Stärkeverluste bedeutet. Diese

Färbung wird häufig von der Zellulose herrühren, die bei den höheren Temperaturen der angewendeten Drucke nicht ganz widerstandsfähig ist.

Da im alten Verfahren die Gärung in Gegenwart der bei der Schrotung zerschlissenen Hülsen sich vollzieht, so bietet die Kochung unter Druck, also des ganzen Korns, nicht den Vorteil wie im neuen Verfahren, das nur die von den Trebern abfiltrierte und getrennte Maischflüssigkeit, Würze, verarbeitet und deshalb auf Erhaltung der Hülsen sehen muß. Da im neuen Verfahren die ganze Hauptmaische gesäuert wird, wird das ganze vorhandene Eiweiß dem Abbau durch die Milchsäurung unterworfen. Im alten Verfahren ist das nicht der Fall; denn darin gelangt die süße Maische zur Gärung, die also die Eiweißstoffe unbeschädigt durch hohe Temperaturen, nur angegriffen von der Peptase des Malzes, enthalten muß.

Obwohl nun nach den neuesten Forschungen Maisstärke eigentlich die gleiche Verkleisterungstemperatur hat wie die aus Gerste und Roggen, so empfiehlt sich doch die Aufschließung des Maisschrotes durch Aufkochen mit Wasser auf 95 bis 98°, weil die Stärke in dem ölhaltigen, hornartigen Gewebe zum Teil zerstreut ist, aus dem sie bei den üblichen Maischtemperaturen nicht herausgeholt würde. Der Eiweißgehalt des Maises hat sich erfahrungsgemäß als wenig wertvoll für die Hefe erwiesen, so daß seine Gefährdung bei der Kochung nicht von Bedeutung für den Eiweißgehalt der Maische ist. Und eine besondere Aufschließung der Eiweißstoffe der Rohmaterialien beim Hochdruckverfahren findet bei den üblichen Drucken und bei der üblichen Dauer der Dämpfung auch nicht statt, so daß also die Eiweißstoffe den Hochdruckdämpfer nur geronnen, ganz unlöslich gemacht, verlassen, was mit den Erfahrungen der Praxis übereinstimmt.

Für die Bereitung der süßen Maische des alten Verfahrens ist also die schonendste Behandlung der Eiweißstoffe dringend geboten: Peptonisierung bei 50° und Verzuckerung bei $62^1/_2$ und nicht über $63^3/_4°$. Nur bei Verarbeitung von stärkemehlhaltigen Rohstoffen, wie Mais, Manioka, kann das Eiweiß vernachlässigt werden, das bei der zur richtigen Aufschließung des Stärkegehalts nötigen Kochung gerinnt und für die süße Maische ohnehin wertlos ist.

β) Die Praxis der Maischbereitung. Bei Besprechung dieser Frage soll etwas über die fast überall heute üblichen Rohstoffe vorausgeschickt werden. Im allgemeinen darf wohl behauptet werden, daß durchschnittlich überall fast nur Gerste als Grünmalz oder Darrmalz, Roggen und Mais in Frage kommen. Für Deutschland scheidet Mais fürs alte Verfahren aus, wenn nach § 107, Abs. 2 des neuen Branntweinsteuergesetzes „Kornbranntwein" hergestellt werden soll, zu dessen Bereitung nur Roggen, Weizen, Buchweizen, Hafer oder Gerste verwendet werden dürfen.

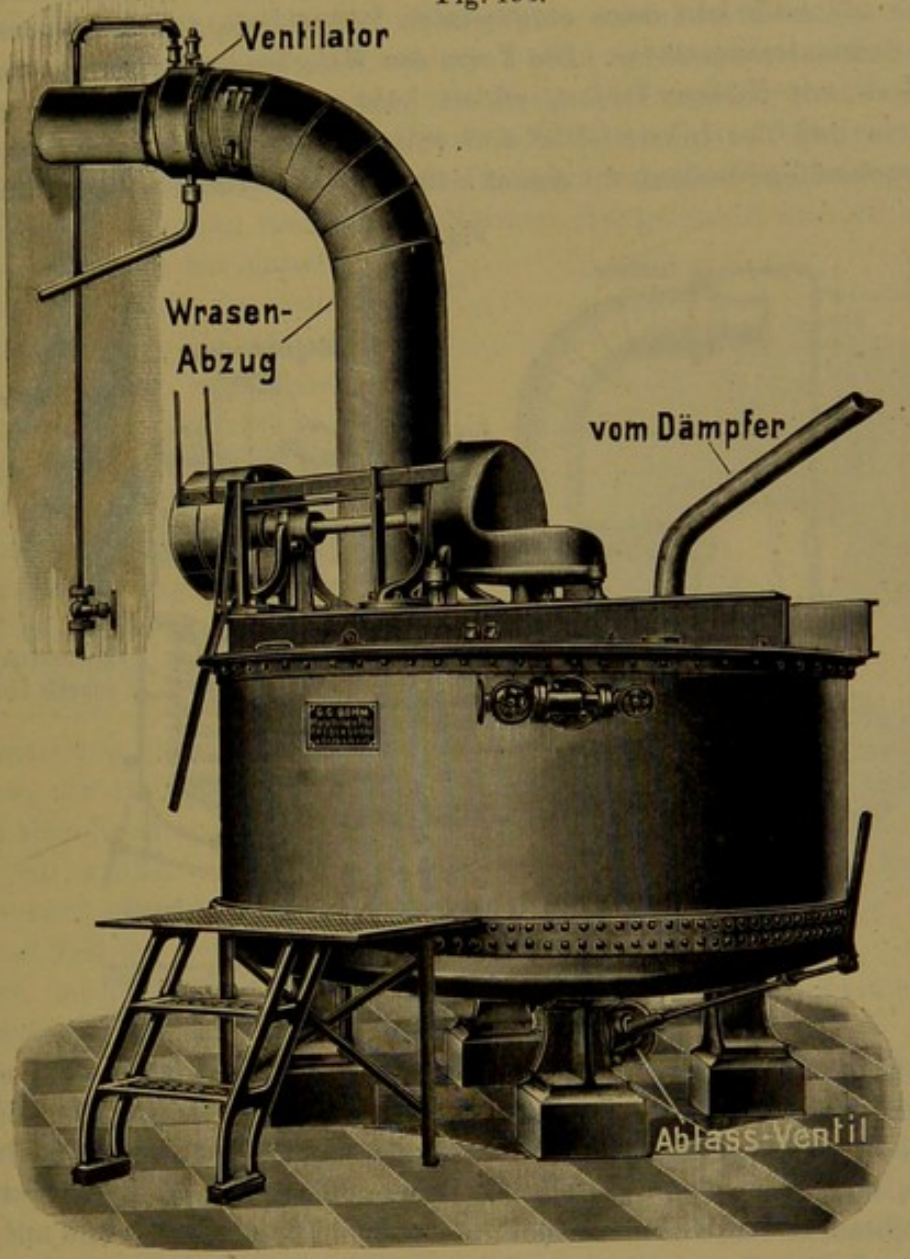
Die Besprechung der Maischbereitung wird nun so gehalten, daß sie die Verarbeitung von Grünmalz, Darrmalz, Roggen oder Mais voraussetzt. Dazu sei bemerkt, daß alle Ersatzmittel für Mais wie dieser verarbeitet werden können, so daß das für ihn Gesagte auch z. B. für Manioka gilt, die fein gemahlen wie Mais gekocht wird. Wo statt Mais Dari verwendet wird, ist dieser ebenfalls wie Mais zu behandeln.

Buchweizen und andere stickstoffhaltige Ersatzmittel für Roggen werden wie dieser geschroten und vermaischt. Buchweizen verkleistert etwas schwer und muß deshalb sehr fein geschroten werden. Eine Kochung, wie bei Mais,

macht seine Verwendung wertlos, weil dabei seine Eiweißstoffe in für die Hefe unbrauchbare Formen übergehen.

αα) Die dazu dienenden Apparate und ihre Wirkung. Aus den unter „Theorie“ gemachten Ausführungen ergibt sich von selbst die Einrichtung eines guten Maischapparates. Ursprünglich waren es einfache Holzbottiche, die mit einem Rührwerk, bestehend in ein oder zwei horizontal laufenden, an einer senkrechten Welle befestigten Flügeln, versehen waren.

Fig. 154.



Zentrifugal-Maisch-Verzuckerungs- und Kühlapparat.

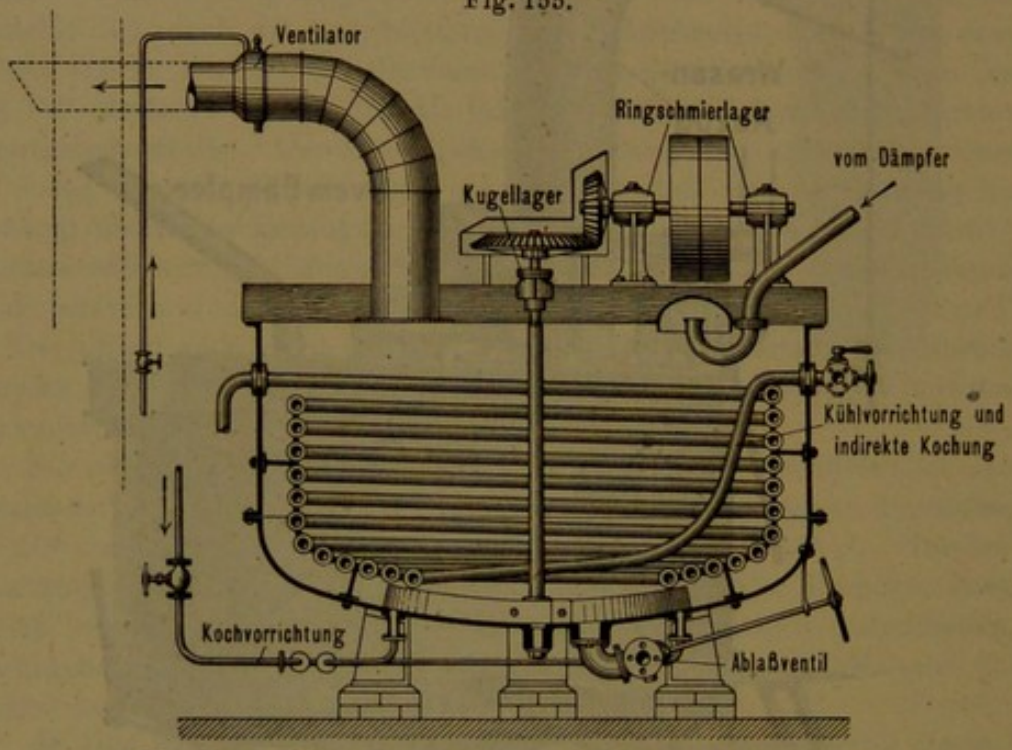
Doch hat sich bald die Maschinentechnik der aufstrebenden Industrie zur Verfügung gestellt und immer mehr vervollkommnete Apparate gebaut, die heute für Klein- oder Großbetriebe fast technisch vollkommene, gewünschte Arbeit liefern, d. h. eine gründliche Durchmaischung (Durchmischung) der Einmaischmasse zur Erzielung stets gleicher Temperatur in allen Teilen derselben ermöglichen, die Maische schnell mit möglichst geringem Wasserverbrauch zu kühlen erlauben, wenig Kraft benötigen, sich wenig abnutzen und außerdem — was nicht Nebensache ist — sich leicht überall reinigen lassen.

Es wird von vielen Fabriken in dieser Hinsicht heute Vorzügliches geliefert, so daß die Apparate der einzelnen Maschinenbauanstalten, dem gleichen Ziele dienend, etwas in der Konstruktion wohl, aber in der Wirkung unwesentlich voneinander abweichen.

Es ist deshalb unmöglich, hier mehr als zwei Bilder zu bringen, die zwei Typen darstellen, diejenige mit horizontaler und vertikaler Rührwirkung.

Die ursprüngliche Form des Rührwerks war, wie erwähnt, die einer senkrecht laufenden Welle, an der horizontale Rührflügel oder eine horizontale Traverse mit senkrecht dazu eingesetzten Rührstäben angebracht waren, wie bei der Satzmaischmaschine. Die Form des Maischapparates, ursprünglich rein zylindrisch mit flachem Boden, erhielt bald einen konischen oder gewölbten Boden, so daß der Inhalt leicht und vollständig entleert werden kann. Für diese zweckmäßige Bodenform eignet sich nun am besten ein Rührwerk, das die

Fig. 155.



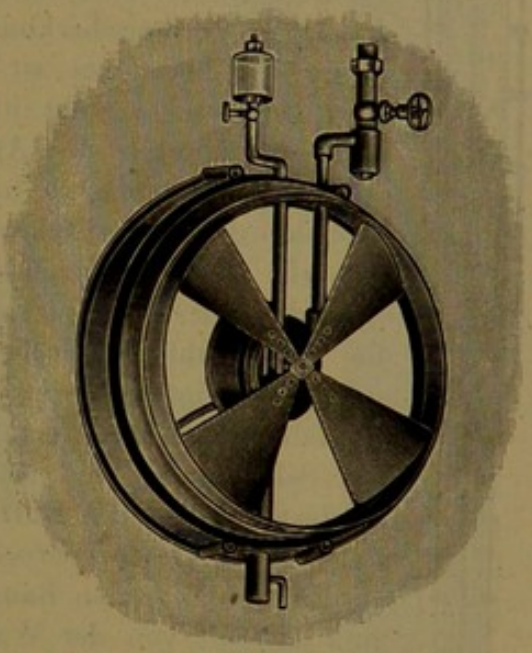
Zentrifugal-Maisch-Verzuckerungs- und Kühlapparat im Schnitt.

Maische unten vom Boden wegarbeitet und in die Höhe wirft, so daß eine stete gründliche Durchmischung stattfindet. Fig. 154 (a. v. S.) und Fig. 155 zeigen einen solchen Vormaischapparat (der Firma Bohm) für die Herstellung von Maischen nach dem alten Verfahren. Das schmiedeeiserne, zylindrische Gefäß mit gewölbtem Boden, auf einfachen gußeisernen Füßen ruhend und mit eiserner Treppe und Podest versehen, enthält ein Zentrifugalrührwerk, das etwa 60 bis 100 Umdrehungen macht, die gut gemischte unten befindliche Masse nach außen schleudert und an der Wand in die Höhe treibt. Diese Wirkung des Rührwerkes hat eine ansaugende Wirkung zum tiefsten Punkt der Mitte des Rührwerkes zur Folge, so daß tatsächlich ein fortwährender Kreislauf der Masse zum Rührwerk und von da an der Wand in die Höhe wieder zum Rührwerk stattfindet, wodurch eine tadellose Maischung möglich ist. Es sind also dabei sehr wenig Teile zu reinigen.

Der Antrieb des Rührwerkes erfolgt durch geräuschlos laufende Spiralzahnräder mittels Riemenscheiben. Die stehende Welle hängt in einem Kugel-

lager, die horizontale Antriebswelle in ölsparenden Ringschmierlagern. Das im Vormaischbottich befindliche Kupferrohrschlangensystem ist mit der Kaltwasser- und Dampfleitung verbunden, so daß sie zum Kühlen und Erwärmen dienen kann. Sie ruht in metallenen Haltern und ist mit leicht zu lösenden Verschraubungen versehen, um gegebenenfalls die Rohre reinigen zu können. Die Aufkochung geschieht also mit indirektem Dampf, so daß nicht leicht Verbrühungen des Malzes oder Verstopfungen der Dampfeinströmungen vorkommen können wie beim Kochen mit direktem Dampf an den Kochventilen oder Löchern der Dampfschlange. Die glatte, eckenlose Wand ist leicht zu reinigen und zu übersehen. Der eiserne Deckel des Apparates ist zweiteilig, von dem der eine Teil aufklappbar, mit Kette, Rolle und Gegengewicht ausbalanciert und leicht zu heben ist. Wird z. B. Mais — was für das alte Verfahren durchaus abzuraten ist — mit Hochdruck gedämpft, dann prallt die eingeblasene Masse gegen die halbkugelförmige Kappe, kühlt sich ab und zerstäubt sich fein in die Maische. Für diesen Fall ist auch die Anbringung eines Ventilators (Fig. 156) in die Dunstabzugsleitung vorzusehen, der, mit Turbinenantrieb versehen, schnell und geräuschlos den Wrasen absaugt. Der Abdampf kann ja, wie üblich, verwendet werden (s. Spiritusgewinnung).

Fig. 156.



Dampfturbinenschraubenventilator.

Der Dunstabzug wird, wenn möglich, auf kürzestem Wege seitlich durch die Mauer ins Freie geführt, was gegenüber den früher üblichen senkrechten, hohen, das Dach durchlaufenden Holzschächten, die stets rasch faulten und in denen stets Kondenswasser heruntertropfte, ein großer Vorteil ist. Der Schroteinwurf erfolgt durch ein in den befestigten Teil des Deckels mündendes Blechrohr, das vom oberhalb liegenden Boden bedient werden kann. Wird ohne Dämpfung mit Hochdruck gearbeitet, dann fällt die halbkugelige Kappe weg. Ein bis auf den Boden reichendes, befestigtes Stockthermometer gestattet wenigstens ungefähr genau das Ablesen der Temperatur. Gleich hier sei bemerkt, daß eine Gegenkontrolle der Stockthermometer durchaus notwendig ist. Sie nehmen nur langsam die Temperaturerhöhungen auf, die erst durch einen langen Quecksilberfaden demjenigen hinter der Skala sich mitteilen müssen.

Die Messingeinfassung dieses langen Glasteils mit der Quecksilbersäule ist ja wegen dessen Zerbrechlichkeit in der stark bewegten Maische absolut nicht zu umgehen; die in der Messingeinfassung angebrachten Schlitze legen sich gerne zu, so daß alles in allem gerechnet diese Stockthermometer nur zur oberflächlichen Kontrolle der Temperatur dienen können. Man mag sie mit dem Normalthermometer so und so oft vergleichen, sie mögen in Wasser allein genaue Daten geben: in der Praxis mit den dicken, hülsenhaltigen Maischen müssen sie versagen infolge des unvermeidlichen Fehlers der zu langen Leitung

bis zur Skala und infolge des unvermeidbaren Zulegens der Schlitze der Messingfassung mit Hülsenteilchen.

Wer wirklich genaue Temperaturen einhalten will, dem bleibt unbedingt nichts anderes übrig, als die Kontrolle mit einem mit dem Normalthermometer verglichenen Handthermometer, das vermöge einer kleinen Verlängerung des Quecksilberfadens gestattet, die Temperatur abzulesen, während das Instrument tief genug in die Maische gesteckt bleibt. Fig. 157 zeigt z. B. ein solches Instrument der Firma Rapps Nachfolger, Meiningen. Ein Ansetzen von Maischteilchen ist bei der weiten Art des Drahtschutzes (aus verzinktem Eisendraht) nicht zu fürchten und überhaupt durch kleine Hin- und Herbewegung zu vermeiden.

Fig. 157.

Maischthermometer.

Beim Aufwärmen mit Dampf oder beim Abkühlen mit Wasser ist auch immer der entsprechende Hahn früher zu schließen, ehe die betreffende Temperatur genau erreicht ist, damit diese, wenn die Durchmischung gründlich nach Abstellen von Dampf oder Wasser erfolgt ist, nicht über- oder unterschritten wird.

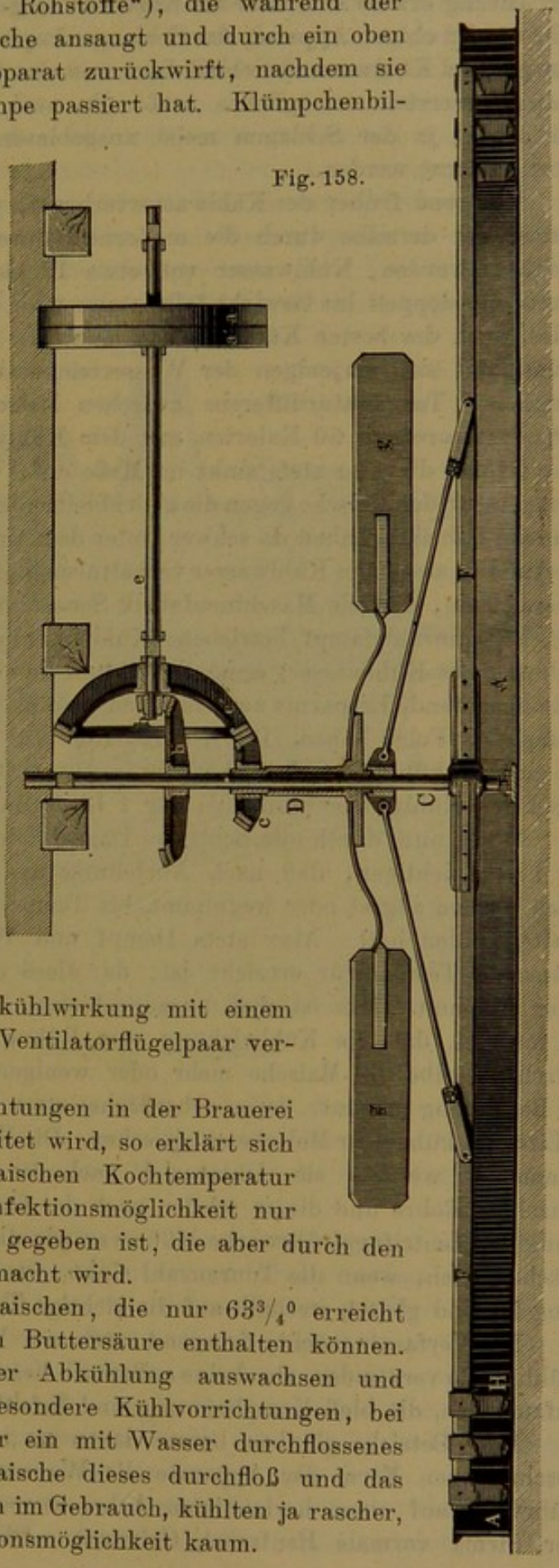
Obige Vormaischerkonstruktion trägt allen Anforderungen Rechnung, die besonders zu beachten sind. Die richtige Wirkung jedes Rührwerkes steht in bestimmtem Verhältnis zur Größe und Form des Mantels des Apparates. Ist z. B. der Apparat für das Zentrifugalrührwerk zu hoch, dann erlahmt die Rührwirkung vor Erreichung der Oberfläche; ist er zu niedrig, dann kann die Wirkung ebenfalls sich nicht richtig entfalten, es findet nur ein Nachaußenschleudern der Maische mit starkem Verspritzen statt. Ebenso ist die Tourenzahl der Größe des Apparates und der Maischung anzupassen; die infolgedessen keine feststehende Zahl ist und von den Spezialfabriken schon erfahrungsgemäß richtig gewählt wird.

Sehr häufig sind auch ungünstig angebrachte Kühlschlangen Hindernisse für die Entfaltung der Rührwerksarbeit, die an den vielen Hemmnissen gebrochen und geschwächt wird. Je freier also die Kühlschlange den Raum des Vormaischers läßt, desto besser; sie muß so weit von der Wand abstehen, daß die Maische hinter ihr an der Wand ungehindert in die Höhe gelangen kann. Je freier der Raum des Vormaischers ist, desto leichter ist seine Reinhaltung, was gewiß auch dem Zentrifugalrührwerk seine bevorzugte Stellung errungen hat. Diese Rührwerke brauchen wohl, wenigstens im Anfang, ehe die Maische verzuckert ist, mehr Kraft als einfache Rührflügel oder Rührstäbe. Aber in modernen Fabriken, wo die Größe der Dampfmaschine richtig gewählt ist, also so, daß sie bei Höchstbetrieb noch ohne Überlastung arbeitet, kommt das um so weniger in Betracht, als der geringe Mehrverbrauch an Dampf nicht allein von den Vorteilen (tadellose Rührwirkung, einfacher Bau des Innern des Apparates und leichte Reinhaltung) aufgewogen wird, sondern als Mehrung des Abdampfes der Spiritusdestillation zugute kommt, also den Kesseldampfverbrauch entlastet.

Die Entleerung des Bohmschen Apparats geschieht von der tiefsten Stelle desselben aus; die Ablaßvorrichtung ist ein Vierweghahn, der mit Hebel oder Handrad bequem zu bedienen ist und Anschlüsse zum Gärbottich, in den Vormaischapparat zurück oder zum Montejus und für den Spülwasserablauf gestattet.

Zweckmäßig verbindet man diesen Apparat noch durch eine der Öffnungen des Vierweghahns mit der Bohmschen Maischpumpe (siehe unter „Zerkleinerung und Vorbereitung der Rohstoffe"), die während der Maischung fortwährend Maische ansaugt und durch ein oben aufgesetztes Rohr in den Apparat zurückwirft, nachdem sie die Mahlvorrichtung der Pumpe passiert hat. Klümpchenbildung, die bei raschem Einlaufenlassen des Schrotes vorkommen kann, wird dadurch vermieden. Doch arbeitet das Zentrifugalrührwerk schon an und für sich sehr gut. Nur wo zur Bereitung von Malzmilch eine Bohmsche Maischmühle vorhanden ist, kann diese noch, wie oben angegeben, leicht angeschlossen und benutzt werden.

Fig. 158.



Kühlschiff mit Kühl- und Rührflügel.

Die Kühlvorrichtung der Apparate ist auch von Wichtigkeit. Je sparsamer ihr Wasserverbrauch bei gleicher Wirkung ist, desto vorzüglicher ist sie zu nennen.

Die Maische wird ja mit $63^3/_4{}^0$ abgemaischt und ist auf die Gärtemperatur abzukühlen, also etwa auf 25°. Früher geschah das ähnlich wie in der Brauerei, indem man die Maische auf flache Schiffe (Kühlschiffe) pumpte, die zur besseren Oberflächenkühlwirkung mit einem nicht zu schnell rotierenden Ventilatorflügelpaar versehen waren (Fig. 158).

Wenn mit diesen Vorrichtungen in der Brauerei noch da und dort gut gearbeitet wird, so erklärt sich das daraus, daß deren Maischen Kochtemperatur durchgemacht haben, also Infektionsmöglichkeit nur von außen her aus der Luft gegeben ist, die aber durch den Ventilator fast unmöglich gemacht wird.

Anders bei den Hefenmaischen, die nur $63^3/_4{}^0$ erreicht haben und z. B. Sporen von Buttersäure enthalten können. Diese könnten bei langsamer Abkühlung auswachsen und Schaden anrichten. Auch besondere Kühlvorrichtungen, bei denen die Maische offen über ein mit Wasser durchflossenes Rohrsystem lief, oder die Maische dieses durchfloß und das Wasser darüber rieselte, waren im Gebrauch, kühlten ja rascher, verminderten aber die Infektionsmöglichkeit kaum.

Ein Fortschritt war deshalb die Vereinigung des Kühlers mit dem Vormaischapparat selbst. Die zuerst gewählte Taschenform der Rühr- und Heizvorrichtung erwies sich bald als unzweckmäßig. Heute wird dazu ausschließlich, wie im obigen Apparat, das Schlangenkupferrohrsystem benutzt, das zum Dampf- und Kühlwasserdurchlaß dient und eine leichte Reinigung von Schlamm oder Wasserstein ermöglichen muß. Da auch Dampf durch die Schlangen geht, wird ja der Schlamm meist ausgeblasen, aber der Wasserstein muß öfter entfernt werden.

Während früher der Kühlwasserverbrauch pro Liter Maische 3 bis 4 Liter betrug, ist derselbe durch die moderne Bauweise auf 1 bis 1,5 Liter herabgedrückt worden, Kühlwasser von etwa 10 bis 12° vorausgesetzt. Ein Umstand, der doppelt ins Gewicht fällt, wenn man bedenkt, daß die Kühlwirkung jedes, auch des besten Kühlers sinkt, wenn die Temperatur der zu kühlenden Flüssigkeit sich derjenigen der Wassertemperatur nähert. Denn bei der anfänglichen Temperaturdifferenz zwischen Maische und Wasser (60 bis 10°) können theoretisch 50 Kalorien mit dem Kühlwasser weggenommen werden, eine Größe, die also stets sinkt im Maße des Verhältnisses der abnehmenden Temperatur der Maische gegen die gleichbleibende des einlaufenden Kühlwassers. Manche Fabriken haben da schwer unter dem Umstande zu leiden, daß ihr zur Verfügung stehendes Kühlwasser verhältnismäßig warm ist. Für diese sei darauf hingewiesen, daß die Maschinenfabrik Sensenbrenner, Düsseldorf-Oberkassel, mit Maschinenabdampf betriebene Kühlmaschinen baut, die eine billige Abkühlung des Kühlwassers ermöglichen und damit neben besserer Ausnutzung eine bedeutende Ersparnis an demselben, also auch an der Leistung der Wasserpumpe zur Folge haben. Die Kühlschlange soll nun bei einem guten Apparat zu einer Abkühlung auf 23 bis 25° in einer Stunde nicht mehr als 1,6 bis 1,8 Liter Kühlwasser (von 10°) für 1 Liter Maische verbrauchen.

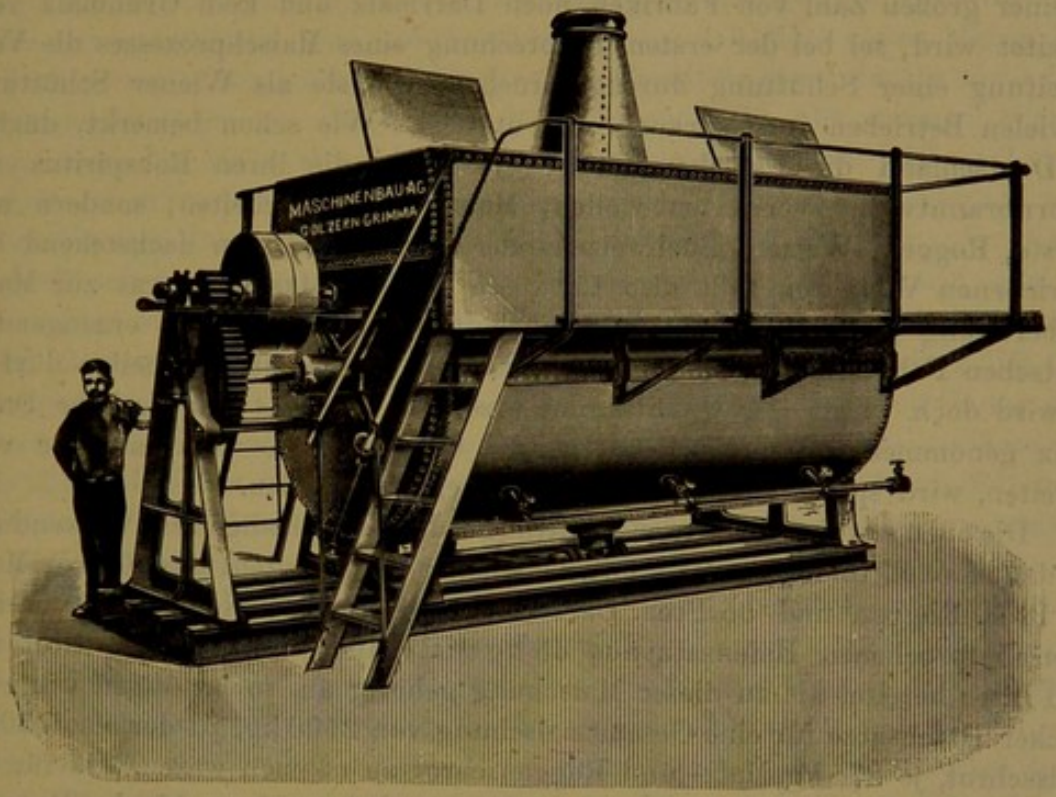
Wird nun durch die Schlange Dampf oder Kühlwasser gelassen, so ist zu berücksichtigen, daß nach Abstellung des Zulaufs der Schlangeninhalt noch Wärme abgibt oder wegnimmt, bis Temperaturausgleich mit der Maische stattgefunden hat. Also stets Dampf und Wasser abstellen, ehe die gewünschte Temperatur erreicht ist, da diese dann oft noch $^1/_2$ bis 1° ab- oder zunimmt. Das ist eben auszuprobieren. Aufmerksam ist noch darauf zu machen, daß die Kühlwirkung vom Rührwerk insofern mit abhängt, als durch dasselbe die Maische mehr oder weniger schnell mit den Kühlröhren in Berührung kommt, deren Oberfläche etwa so berechnet ist, daß 0,3 qm 1 Liter zu kühlender Maische entsprechen. Die Wandstärke darf nicht zu stark genommen werden, sie richtet sich nach der Größe des Durchmessers der einzelnen Rohre und dieser wieder nach der Größe des Apparates. Die Wirkung der Zentrifugalrührwerke läßt zwar wie die der anderen auch, aber doch rascher nach, wenn die Tourenzahl sinkt, wenn z. B. der Antriebsriemen zu lang ist und gleitet, weshalb auf die richtige Tourenzahl zu achten ist.

Der Verfasser möchte dringend raten, nur Vormaischapparate mit innerer Kühlung zu verwenden, also keine außerhalb liegenden besonderen Kühlapparate aufzustellen, die bloß Komplizierung und Infektionsmöglichkeit bedeuten.

Viele Betriebe glauben besser daran zu sein, wenn sie statt der oben beschriebenen Form der Apparate die Wannenform benutzen, bei der das Rührwerk auf einer horizontalen Achse angeordnet ist (Fig. 159, Apparat der Firma vormals Hentschel, Grimma). Dieses besteht aus einem stark

rotierenden Schlangenrohrsystem, durch das Wasser oder Dampf gelassen werden kann, das also Rührwerk, Kühl- und Heizvorrichtung zu gleicher Zeit ist. Auf Wunsch wird auch direkte Dampfeinströmung unten angebracht. Die Entleerung vollzieht sich auch bei dieser Form gut. Die Deckel sind leicht aufklappbar. Von der Mitte des Deckels geht der Dunstabzug ab. Wenn man auch diesen Wannenapparaten nachsagen kann, daß sie weniger Kraft als die mit Zentrifugalrührwerk brauchen und die Maische gleichmäßig von einer Seite zur andern schieben und gut durchmischen, so findet man doch immer mehr die zylindrischen Apparate mit gewölbtem Boden und Zentrifugalrührwerk, denen auch der Verfasser fürs alte Verfahren den Vorzug geben möchte. Doch kann man gewiß auch mit den Wannenapparaten gute Resultate erzielen. Nach des Verfassers Ansicht ist die Maischwirkung des Zentrifugalrührwerks

Fig. 159.



Wannen-, Maisch- und Kühlapparat.

besser, in jeder Beziehung durchgreifender, so daß er, trotzdem er jahrelang im Großbetrieb des alten Verfahrens mit Wannenbottichen der Firma Bohm gut gearbeitet hat, dem später benutzten Vormaischer mit Zentrifugalrührwerk den Vorzug geben würde.

Zu dem Prädikat „zweckmäßig“ eines Vormaischers gehört seine leichte Reinigungsmöglichkeit. Je weniger Winkel und Ecken vorhanden sind, je weniger Gelegenheit zum Festsetzen von Maischteilchen gegeben ist, je zugänglicher alle Teile des Apparats für die Reinigung sind, je weniger es möglich ist, daß auch z. B. die Querträger, auf denen der Rührwerksantrieb und dieses selbst ruht, mit der Maische in Berührung kommen und damit bespritzt werden können, je mehr oben am Rande des Bottichs die Winkeleisenversteifungen nach außen gehend angebracht sind und so die ganze Innenwand von oben leicht übersehen lassen, je mehr die Kühl- und Heizrohre zusammen zu einem leicht mit Wasser abzuspülenden System vereinigt sind, je

freier also die Apparatur den Innenraum läßt, desto „zweckmäßiger“ ist der Apparat, wenn auch sonst seine Wirkung diese Beurteilung verdient. Den Innenraum des Apparates immer freier zu machen, hat zur Verlegung der Kühl- und Heizkörper in die Wandung geführt, die aber sicher — das Bessere ist des Guten Feind — an beiden Wirkungen zurücksteht, da nur ein Teil der in den Wandungen liegenden Wasser- und Dampfwege zur Geltung kommen kann, also jedenfalls größere Abmessungen gewählt werden müssen.

ββ) Die Durchführung der Maischung. Dieselbe ist etwas verschieden, je nach der Art des Rohmaterials, besonders aber je nachdem Rohstoffe mit vermaischt werden, die besonderer Aufschließung bedürfen. Da in sehr vielen Betrieben Mais zugemaischt wird, so wollen wir eine Maischung als Beispiel durchsprechen, bei der Mais neben Darrmalz und Roggen zur Verwendung gelangt. Nicht bloß der Einfachheit halber, sondern weil auch in einer großen Zahl von Fabriken noch Darrmalz und kein Grünmalz verarbeitet wird, sei bei der ersten Besprechung eines Maischprozesses die Verarbeitung einer Schüttung durchgesprochen, wie sie als Wiener Schüttung in vielen Betrieben im Gebrauch war und ist. Wie schon bemerkt, dürfen in Deutschland die Fabriken alten Verfahrens, die ihren Rohspiritus als „Kornbranntwein“ verwerten wollen, Mais nicht verarbeiten, sondern nur Gerste, Roggen, Weizen, Buchweizen oder Hafer. Bei dem nachstehend beschriebenen Verfahren fällt also für diese Betriebe das weg, was zur Maisvorbereitung gehört. Denn wenn auch die Kornbranntwein erzeugenden deutschen Fabriken nach dem alten Verfahren Mais nicht verarbeiten dürfen, so wird doch wegen der Qualität des erzeugten Spiritus mit Vorliebe Darrmalz genommen. Für die Betriebe, die Grünmalz zur Hauptmaische verarbeiten, wird später eine Arbeitsweise angegeben werden.

Die oben erwähnte „Wiener Schüttung“, die ziemlich allgemein Verwendung fand und noch findet, wo Mais mit verarbeitet wird, besteht aus 30 Proz. Mais, 35 Proz. Roggen und 35 Proz. Darr- oder Grünmalz. Nehmen wir weiter oben besprochenen Hefensatz aus 65 kg Malz und 85 kg Roggenschrot mit 250 Liter bereitet als zu dieser Maischung gehörig an, so benötigen wir zwei solcher Hefensätze für eine Gesamtmaischung von 2500 kg, zu der also 750 kg Maisschrot, je 875 kg Malz- und Roggenschrot zu nehmen wären. Da für die beiden Sätze $2 \times 65 = 130$ kg Malzschrot und $2 \times 85 = 170$ kg Roggenschrot zur Verwendung gelangten, so kämen in die süße Maische also noch 750 kg Mais, 705 kg Roggen und 745 kg Malzschrot. Von letzterem wird ein kleines Säckchen von 45 kg für die Arbeit mit Mais bereit gehalten, der ja zuerst gedämpft werden muß, um verkleistert der Diastase dargeboten zu werden.

Im allgemeinen — wenn die Anzahl der Maischapparate genügend groß ist — kann die Maisvorkochung im Maischapparat selbst vorgenommen werden.

In manchen Betrieben zieht man es vor, im Raume über dem Vormaischapparat einen besonderen mit Deckel versehenen Maiskocher aufzustellen. Das ist ein schmiedeeisernes zylindrisches Gefäß mit einem Rührwerk, bestehend aus mehreren an der stehenden Welle befestigten Rührflügeln oder aus Rührstäben, die in eine gußeiserne, quer zur Welle angebrachte Traverse eingelassen sind. Die Kochung in eigenen Apparaten hat gewisse Vorteile, weil sie dadurch von der Entleerung des Vormaischapparates unabhängig wird und daher stets rechtzeitig vorgenommen werden kann. Außerdem ist ein längeres

Stehenlassen des gekochten Maises bei der Kochtemperatur ermöglicht, das nur zur Aufschließung beitragen und die Arbeit im Vormaischapparat abkürzen kann. Ganz gleich, ob der Mais im eigenen Kocher oder im Vormaischapparat vorbereitet wird, gibt man zuerst, wenn mit direktem Dampf aufgekocht wird, 2600 Liter warmes Wasser von 50° in den Apparat, beim Kochen mit indirektem Dampf 3000 Liter. Wasser von höherer Temperatur ist zu vermeiden, damit Klumpenbildung durch bereits beginnende Verkleisterung umgangen wird. In diese 2600 Liter 50° warmes Wasser läßt man bei gehendem Rührwerk langsam die 750 kg feinen Maisschrot einlaufen. Erst wenn der Schrot feinstens verteilt ist, wird Dampf gegeben. Da und dort ist es üblich, dem Wasser für die Maiskochung etwas Malz zuzugeben, das bei 70 bis 85° eine Verflüssigung herbeiführen soll, ein Zusatz der nach des Verfassers langer Erfahrung umsonst ist; denn der Mais ist bei diesen Temperaturen noch nicht so verkleistert, daß ihn das Malz verflüssigen könnte. Jedenfalls tritt die beabsichtigte Wirkung nicht oder nur spurenweise ein. Wir werden sehen, daß diese kleine Menge Malz besser verwertet werden kann. Dafür kann Verfasser einen Zusatz von 1 Liter Schwefelsäure zu den 2600 bzw. 3000 Litern etwa 50° warmen Wassers empfehlen, der einen ziemlich dünnen Maiskleister erzeugen hilft und später bei der Hauptmaische eine der Diastasewirkung sehr dienliche, schwach saure Reaktion der Maische hervorruft. Ist also der Maisschrot (750 kg) im Wasser von 50° mit dem Säurezusatz von 1 Liter Schwefelsäure (kälter kann es ja sein, wenn kein warmes Wasser von Kühlern usw. vorhanden ist, was doch meist der Fall ist) fein verteilt, so wird Dampf gegeben und auf 95° erhitzt. Ist diese Temperatur erreicht, so wird das Rührwerk abgestellt und das Ganze mindestens $^1/_4$ Stunde (eine Verlängerung dieser Zeit ist gut) stehen gelassen, um die Aufschließung des Maises bei dieser Temperatur recht durchgreifend zu gestalten. Unterdessen brachte man in den Vormaischapparat — wenn ein besonderer Maiskocher vorhanden ist — 2400 Liter kaltes Wasser, dem oben erwähnte 45 kg Darrmalz zugefügt werden. Hat der Mais genügend lange gestanden, so rückt man das Rührwerk wieder ein und läßt ihn langsam in die in dem Vormaischapparat befindlichen 2400 Liter Wasser mit den 45 kg Malz einlaufen, während auch in diesem das Rührwerk läuft. Wenn der Mais eingelassen ist, hat die Masse die Temperatur von 70 bis 75°, bei der die 45 kg Malz sehr gut verflüssigend wirken, nachdem sie vorher bei der langsam steigenden Temperatur schon etwas verzuckern konnten. Eine Probe des verkochten Maises darf keine Stärkekörnchen mehr, sondern nur die kleinen Hülsenteilchen im Stärkekleister zeigen. Der Maisschrot muß für diese Arbeit ziemlich fein sein.

Wird der Mais im Vormaischapparat selbst gekocht, dann läßt man, wenn derselbe genügend gestanden, bei laufendem Rührwerk eine bestimmte Zeit lang, die am besten aus einigen Versuchen sich ergibt, kaltes Wasser zulaufen, bis nahezu die 2400 Liter eingelassen sind. Wenn das Stockthermometer 85° zeigt, wird das Malz (45 kg) zugegeben. Um die Menge Wasser von 2400 Litern genau zu messen, wird, wenn diese der Zeit nach nahezu erreicht ist, das Rührwerk abgestellt und unter Benutzung eines Meßstabes das etwa Fehlende noch zugegeben. Dann wird das Rührwerk wieder eingerückt und die Masse gut gemischt; die Temperatur wird dann etwa zwischen 70 bis 75° betragen. Man sieht, daß die Verwendung eines eigenen Maiskochers gewisse Vorteile hat, die allerdings mehr auf dem Gebiete der Arbeitsvereinfachung

liegen; denn der Verfasser kann nach beiden Fällen gleich gut arbeiten, wenngleich er auch einen besonderen Maiskocher vorziehen würde. Man kühlt nun, indem man durch die Kühlschlange kaltes Wasser laufen läßt, auf 55° ab und gibt die 705 kg Roggenschrot und 700 kg Malzschrot so zu, daß zuerst ein Sack Malzschrot und dann ein Sack Roggenschrot zugelassen wird und so abwechselnd, bis der Schrot eingemaischt ist. Die Masse zeigt nun meist 50°. Bei dieser Temperatur läßt man eine halbe Stunde maischen, um die Arbeit der Peptase zu unterstützen und die Diastase aus dem Malz auszuziehen. Wo eine Bohmsche Maischmühle an den Vormaischer angeschlossen ist, läßt man vom Einschütten des Schrotes an sie arbeiten, so daß sie fortwährend die dickliche Masse ansaugt, durch die Mahlscheibe durchzieht, fein vermaischt und in den Vormaischbottich zurückgibt. Bei einem guten Zentrifugalrührwerk ist das eigentlich nicht mehr nötig, weil dieses die Arbeit der Bohmschen Mühle verrichtet; für Wannenapparate ist die Bohmsche Mühle sehr zu empfehlen; sie ist dann bis zur Verzuckerung in Tätigkeit. Ist die $^1/_2$ Stunde der Maischung und Peptonisierung vorbei und die Temperatur auf 48° gefallen, so hat das nichts zu sagen; doch kann im Winter, wenn der Schrot sehr kalt ist, die Mais-Wassermischung auf 57,5° abgekühlt werden, um nicht am Ende der Peptonisierung zuweit unter 50° herunter zu kommen, was doch vermieden werden sollte. Nach der halbstündigen Peptonisierung wird wieder Dampf gegeben — das Rührwerk läuft dabei immer noch — bis nahezu $63^3/_4{}^0$ erreicht sind. Liegt etwas mangelhaftes Darrmalz vor, so wird man nur bis $62^1/_2{}^0$ zuerst erwärmen, $^1/_2$ Stunde bei ausgerücktem Rührwerk stehen lassen und dann bei laufendem Rührwerk auf $63^3/_4{}^0$ aufwärmen (51° R). Bei dieser Temperatur wird also entweder gleich oder nach $^1/_2$ stündigem Stehen bei $62^1/_2{}^0$ abgemaischt. Wie weiter oben erwähnt, ist hier darauf zu achten, daß der Dampf rechtzeitig abgestellt wird, nicht erst, wenn die Maische mit dem Handthermometer gemessen bereits $62^1/_2$ oder $63^3/_4{}^0$ zeigt. Wird dann erst der Dampf abgesperrt, so geht die Temperatur — die Heizschlange steht noch voll mit Dampf — sicher noch um $^1/_4$ bis $^1/_2{}^0$ in die Höhe, ein Schaden, der auch durch sofortiges Abkühlen nicht ganz zu beseitigen ist. Ist die Temperatur von $63^3/_4{}^0$ genau erreicht, dann läßt man noch 5 Minuten maischen, stellt das Rührwerk ab und läßt 1 Stunde stehen. Da der Verfasser die Temperatur von $63^3/_4{}^0$ als wichtig erkannt und festgelegt hatte, wollte er ein fahrlässiges Überschreiten dieser Temperatur durch Verwendung von Winkelthermometern vermeiden, die, durch die Wand des Apparates eingesetzt, bei der Temperatur von $63^3/_4{}^0$ einen Kontakt von zwei an dieser Skalastelle einmündenden Platindrähten bewirkten und damit eine elektrische Glocke in Bewegung setzten, die merkwürdigerweise der Betriebsleiter häufig hörte, aber nicht der betreffende Arbeiter. Deshalb trat die persönliche Kontrolle mit dem Handthermometer, das mit dem Normalthermometer zur eventuellen Korrektur verglichen werden muß, wieder in ihre Rechte. Hier sei kurz über die Malzgabe bemerkt, daß da und dort im ganzen nur 25 Proz. Malz, dafür dann 35 bis 40 Proz. Mais oder 40 bis 35 Proz. Roggen verwendet werden. Gewiß reicht diese Malzmenge auch zur Verzuckerung aus, aber die Mehrgabe von 10 Proz. (also 35 Proz.) erweist sich eben doch als sehr wirksam für die Hefenernährung, weshalb der Verfasser nur raten kann, am Malze nicht zu sparen. Wenn das Malz nur als Diastaselieferant zugesetzt würde, könnten 5 Proz. auch reichen. Tatsache ist, daß diese Malzgabe von 35 Proz. sich sehr rentiert.

Es kann ja auch — zur Satzmaische darf nur prima Malz genommen werden — ein Teil, bis zur Hälfte des übrigen Darrmalzes von geringerer Güte sein; solche Posten sind manchmal billig zu haben und bedeuten doch mit ihrer teilweisen Aufschließung ein wertvolles Hefenernährungsmaterial; wenn der Rest dann noch prima Malz ist, so geht die Arbeit gut, sehr gut vonstatten. Diastase ist ja trotzdem genug vorhanden. Ist die einstündige Verzuckerung vorbei, dann wird das Ansehen der Maische schon zeigen, daß sie gut oder befriedigend ist. — Meist ist etwas Schaum auf der Decke vorhanden — eine Wirkung des Rührwerkes auf die Eiweißstoffe der Maische — und über den etwas abgelagerten Hülsen sieht man eine gelblich-bräunliche, angenehm süß schmeckende, klare Flüssigkeit. Man rückt nun das Rührwerk ein und entnimmt eine kleine Menge zur Jodprobe. Diese Maischprobe benutzt man zur Jodprüfung am besten so, wie sie ist. In einem Porzellanschälchen übergießt man sie mit Jodlösung. Abgesehen von der Färbung, die bei Stärkevorhandensein eintritt, sieht man nach dem Mischen die etwa vorhandene, spezifisch schwere, blaugefärbte Stärke beim langsamen Neigen des Schälchens deutlich am Boden nachfließen.

Ist die Verzuckerung nicht befriedigend, so gibt man eine Spur Dampf, bis wieder genau $63^3/_4{}^0$ erreicht sind, und läßt noch $^1/_2$ Stunde bis 1 Stunde bei ausgerücktem Rührwerk stehen. Da nun von hier ab die Maischen ganz gleich weiter behandelt werden, welches Rohmaterial auch zur Verwendung kommt, so sei hier gleich die Arbeit mit Grünmalz angeführt. Um die dem Darrmalz entsprechenden Grünmalzmengen zu kennen, müssen wir in Betracht ziehen (s. unter Grünmalz und Darrmalz), daß 100 kg Gerste durchschnittlich bei genügend langem Gewächs und guter Lösung 75 kg nieder abgedarrtes Darrmalz und bei Kasten- oder Trommelmälzerei mit feuchter Führung der eiweißreichen Brenngersten 145 bis 150 kg Grünmalz ergeben. Um also gleiche Extraktverhältnisse zu bekommen, wären, den jeweiligen Betriebsverhältnissen entsprechend, die ja überall aus rechnerischen Gründen bekannt sind, für 75 kg Darrmalz 150 kg feuchtes oder 140 bis 145 kg weniger feuchtes Grünmalz zu nehmen. Grünmalz kann auch — und das wird wohl für seine Verwendung in der Hefenfabrikation zutreffen (s. oben unter Satzbereitung) — nur für die süße Maische in Betracht kommen, da es fast unmöglich ist, mit Grünmalz die für die Satzmaischen der Hefenfabrikation nötige oder, besser gesagt, zweckmäßige Konzentration zu erzielen. Allerdings ist die Diastase des Grünmalzes wohl doppelt so wirksam als die des Darrmalzes, aber auch viel empfindlicher gegen Temperaturen, die die Satzbereitung der Hefenfabrikation verlangt. Man müßte denn auch für die Hefenfabrikation die Sätze aus süßer Maische mit Grünmalzmilch erzeugen, die aber so wenig Konzentration aufweisen, daß keineswegs die so wichtige 36- bis 48stündige Säurung durchgeführt werden kann. Wir nehmen also für die Grünmalzarbeit an, daß die zwei Satzmaischen für 2500 kg Gesamtmaischung, wie beschrieben, aus Darrmalz und Roggenschrot bereitet sind. Der Einfachheit halber ist nun Gerste als solche zu berechnen, und als Grünmalz zu verwenden, wobei statt 75 kg Darrmalz 100 kg Gerste zu setzen sind. Die Einmaischung stellt sich dann wie folgt: Wir nehmen auch wieder Maismitverarbeitung an und zwar zuerst den Fall, daß der Mais im Vormaischapparat gekocht werden muß, falls ein besonderer Maiskocher fehlt. Bemerkt sei hier noch, daß das Quetschen des Grünmalzes allein — wie für die Lufthefenfabrikation — nicht genügt,

weil bei der Gärung im Hauptgärbottich die Hülsen mit den Keimen eine solch dicke Decke bilden, daß diese von der Gärung nicht durchbrochen werden kann. Das Grünmalz ist deshalb in eine Malzmilch zu verwandeln und zwar mit besonderen Apparaten, die dasselbe in eine feine, gleichmäßige Masse überführen, also die Hülsen und Keime zerschleißen, wie der trockene Prozeß der Schrotung.

Wir müssen daher das Grünmalz mit dem Bohmschen Malzmilchapparat oder der Naßschrotmühle mit Wasser zu einer feinen Aufschlämmung verarbeiten, die auch die Hülsen und Keime in genügender Zerschleißung enthält.

Während die 750 kg Maisschrot, wie üblich, auf 95° aufgekocht und danach mindestens $^1/_4$ Stunde bei dieser Temperatur belassen werden, wird aus dem Grünmalz eine Malzmilch hergestellt, entweder unter Vorquetschen desselben auf einer Malzquetsche oder direkt aus dem ganzen Grünmalz mit wenig Wasser vermittelst des Bohmschen Malzmilchapparates, der nicht mehr Kraft braucht als eine Quetsche zu der für diesen Fall ungenügenden Vorzerkleinerung oder Quetschung. Man muß nur die Mahlvorrichtung anfangs etwas weiter und allmählich erst enger stellen. Auch die Naßschrotmühle ist für diesen Zweck verwendbar. Wir haben zu der Maischung im ganzen zu nehmen, wie weiter oben erwähnt, 750 kg Mais und abzüglich des Satzschrotes 705 kg Roggenschrot und 745 kg Darrmalz, d. h. für letzteres das Grünmalz aus 1000 kg Gerste, um den gleichen Extrakt zu erhalten. Wir nehmen an, daß das etwa 1450 kg Grünmalz sind, die also 450 kg = Liter Wasser mit hereinbringen und aus denen nun mit 1600 Liter Wasser eine feine Malzmilch hergestellt wird. Unterdessen wurde dem genügend gekochten und gestandenen Mais eine Menge von 400 Litern kalten Wassers zugegeben, so daß nach der Mischung durch das laufende Rührwerk eine Temperatur von 83 bis 85° vorhanden ist. Nun pumpt man mit der Maischpumpe des Malzmilchapparates etwa 100 bis 150 Liter Malzmilch in den mit Wasser auf 85° gebrachten Mais, mischt einige Minuten gut durch, kühlt bei weiter laufendem Rührwerk auf 55° (im Winter auch 57,5°) ab und pumpt dann den Rest der Malzmilch nach dem Vormaischer. Nach gründlicher Durchmischung wird eine Temperatur von 38 bis 40° vorhanden sein; man gibt nun Dampf bis auf 50 bis 53°, schüttet den Roggenschrot langsam zu, läßt $^1/_2$ Stunde bei der erreichten Temperatur von 50° etwa peptonisieren und maischt dann auf $62^1/_2$ bis $63^3/_4{}^0$, wie oben angegeben, ab. Diese etwas umständliche Arbeit hat ihre Anhänger, weil bei ihr die Diastase des Grünmalzes sehr geschont und zum Schlusse sehr gute Verzuckerung erreicht wird. Ein Zupumpen der Malzmilch, wenn etwa der Mais auf 60° abgekühlt ist, geht auch, bedeutet aber doch schon Schwächung der Diastase der zuerst kommenden Grünmalzmengen und ergibt zum Schlusse eine Temperatur von etwa 43°, so daß doch noch auf 50 bis 53° für die Einschüttung des Roggens aufgewärmt werden muß. Diese Arbeitsweise ist eben da geboten, wo kein besonderer Maiskocher vorhanden ist.

Wo dies der Fall ist, wird die aus den 1450 kg Grünmalz (die Menge richtet sich nach dem Grünmalz-Gerstenverhältnis der Fabrik und soll 1000 kg Gerste für unser Beispiel entsprechen) mit 2000 Litern (statt 2400, wie bei den Darrmalzmaischen, da das Grünmalz etwa 400 Liter Wasser mitbringt) Wasser erzeugte Grünmalzmilch ganz in den Vormaischbottich übergepumpt und, wenn keine Malzmilchbereitung mehr stattfindet, die Leitung mit etwas

Wasser nachgespült, das man, wenn die Leitung lang ist, eventuell an den 2000 Litern in Abzug zu bringen hat. Nun wird im Vormaischer das Rührwerk eingerückt und der Roggenschrot in dünnem Strahl langsam zugegeben. Was bei langsamer Einschüttung an Zeit etwas mehr gebraucht wird, das wird durch gleichmäßige schnellere Maischung wieder gutgemacht, zumal dabei die Beanspruchung der Apparatur und der Kraftverbrauch normal bleiben.

Ist der Roggenschrot ganz eingeschüttet, dann läßt man einige Minuten maischen, bis das Ganze gut durcheinander gemischt ist. Nun gibt man den gekochten und durch Stehenlassen bei 95° genügend aufgeschlossenen Mais in langsamem Strahle — das Rührwerk läuft natürlich seit dem Einwerfen des Roggenschrotes — der eingeteigten Masse zu, die sich dadurch langsam bis auf 50 bis 55°, je nach der Temperatur des Wassers und des Schrotes, erwärmt. Meist beträgt die Temperatur etwa 52 bis 53°. Ist der Mais völlig zugelaufen, dann wird $^1/_2$ Stunde bei dieser Temperatur gemaischt und danach langsam Dampf bis zur Erreichung der Verzuckerungstemperatur von $62^1/_2$ bzw. $63^3/_4{}^0$ gegeben. Auf alle Fälle, ob auch zuerst mit $62^1/_2{}^0$ $^1/_2$ Stunde vorverzuckert wird, muß mit $63^3/_4{}^0$ abgemaischt werden; denn das verwendete Grünmalz birgt nicht weniger Mikroorganismen auf sich als das Darrmalz. Speziell die Wurzelkeime sind überreich daran. Es ist also wie bei Verzuckerung mit Darrmalz bei der Verarbeitung von Grünmalz die gleiche Besorgnis wegen der feindlichen Spaltpilze zu hegen und durch Benutzung der Abmaischtemperatur von $63^3/_4{}^0$ für deren gründliche Schwächung Sorge zu tragen. Nach einstündiger Verzuckerung ist die Jodprobe zu machen und je nach Ausfall derselben noch weiter der Diastase Gelegenheit zur Umwandlung der Stärke zu geben.

In Deutschland wird zurzeit im alten Verfahren fast kein Mais verarbeitet, weil diese Hefenfabriken für die ungenügenden Verkaufspreise ihrer Hefe, deren Herstellungskosten größer sind als bei der Lüftungshefe, in ihrem Rohspiritus durch dessen bessere Verwertung als Kornbranntwein laut § 107, Abs. 2, des neuen Steuergesetzes ein Äquivalent haben wollen. Es werden also für diesen Fall nur Gerste als Grün- oder Darrmalz, Roggen, Weizen, Buchweizen oder Hafer in Betracht kommen; von diesen werden Hafer und Weizen fast nur in den Dickmaisch-Getreidebrennereien verwendet, die nur Kornbranntwein ohne Hefe erzeugen, so daß für unseren Fall nur Gerste als Malz, Roggen und Buchweizen zu behandeln sind. Buchweizen wird aber nur als teilweiser Ersatz für Roggen und dann wie dieser vermaischt, so daß die Maischarbeit für Grünmalz oder Darrmalz mit Roggen zu besprechen ist.

Wird Darrmalz nur mit Roggen verarbeitet, dann sollte nicht unter 30 Proz. davon genommen werden, da das Malz in diesem Falle noch mehr als sonst peptatische Arbeit an dem vielen Eiweiß zu leisten hat, das der Roggen mit in die Maische bringt. Bei dieser Gelegenheit möchte der Verfasser nicht unterlassen zu bemerken, daß es vorteilhaft ist, wenn irgend angängig, nicht den gleichen Roggen für die Satzmaische und die süße Maische zu nehmen. Es ist dies eine vom Verfasser konstatierte Erfahrungstatsache. Entweder man nimmt zu den Sätzen Landroggen mit einem ausländischen, eiweißreicheren Roggen und zur Maische nur Landroggen oder zum Satze Russenroggen und zur Maische nur Landroggen.

Speziell in dem Falle der Verarbeitung von Roggen in Höhe von etwa 70 Proz. der Gesamtschüttung dürfte sich für die Hauptmaische Landroggen sehr

empfehlen, der ja in dieser Menge Eiweiß genug bringt, und zu den Sätzen dann ein ausländischer Roggen. Der Verfasser konstatierte bei Verwendung verschiedener Roggenarten oder Roggenmischungen zu der Maische und zu den Sätzen eine dauernd sicherere Arbeit bei besseren Hefen- und Spiritusausbeuten. Die Hauptmaische sollte stets den eiweißärmeren Roggen erhalten. Jedenfalls hilft diese kleine Beobachtung bei Einteilung der Schüttung (Einmaischungsmaterial) über die Gefahr der Degenerierung länger hinweg, da die Hefe in der Hauptmaische immer neben der Maltose andere Eiweißstoffe zur Verarbeitung und auch andere Nährsalze vorfindet, was der Verfasser als theoretischen Grund für seine zuerst rein empirische Beobachtung ansieht. Für die Maischung von 2500 kg kämen also in Betracht 30 Proz. Darrmalz = 750 kg und 70 Proz. Roggen = 1750 kg. Nach des Verfassers Erfahrung dürfte bei so hohen Roggengaben ein Malzverbrauch von 35 Proz., wie bei der „Wiener Schüttung", sehr zu empfehlen sein. Wir wollen aber für diesen Fall 30 Proz. Malz und 70 Proz. Roggen annehmen. Von den 750 kg Darrmalz kommen für Satz 130 kg in Abzug, so daß zur Hauptmaische noch 620 kg kommen; desgleichen statt der 1750 kg Roggen (abzüglich 170 kg für Satz) nur noch 1580 kg. Es gibt nun für diese Schüttung mit Darrmalz zwei Arbeitsweisen, die jede ihre Verfechter hat. In den Vormaischer kommen in dem einen Falle 5000 Liter kalten Wassers mit 1 Liter Schwefelsäure, wozu bei laufendem Rührwerk zuerst Malz und dann abwechselnd Roggen und Malz so eingeschüttet werden, daß zum Schluß noch nach dem Roggen etwas Malz zum Einleeren kommt. Die kalte eingeteigte Masse wird $^1/_2$ Stunde gemaischt, bis glatte Mischung vorhanden ist, dann nicht zu langsam auf 50° aufgemaischt und bei dieser Temperatur $^1/_2$ Stunde durchgearbeitet. Danach wird zur Verzuckerung auf 60° aufgewärmt und die Maische 1 Stunde bei dieser Temperatur und ruhendem Rührwerk ihr überlassen.

Im andern Falle verwendet man für unser Beispiel 5000 Liter Wasser von 50°, dem 1 Liter Schwefelsäure beigemengt ist, und gibt zuerst etwa $^1/_4$ des Malzes zu, läßt dasselbe bei laufendem Rührwerk einige Zeit extrahieren und schüttet dann langsam das Korn und zum Schlusse den Rest des Malzes ein. Nun wird tüchtig durchgemaischt und, nachdem auf 50° aufgewärmt ist, $^1/_2$ Stunde bei dieser Temperatur weiter gemaischt und danach, wie oben angegeben, zuerst nur auf 60° erhitzt, bei welcher Temperatur 1 Stunde verzuckert wird. In beiden Fällen wird nach der einstündigen Verzuckerung bei wieder eingerücktem Rührwerk, da schon eine ziemliche Menge Zucker gebildet ist, auf $63^3/_4$° aufgewärmt und eine weitere Stunde bei dieser Temperatur verzuckert. Die vorsichtigere Aufwärmung zuerst auf 60° und dann erst auf $63^3/_4$° geschieht mit Rücksicht auf die Proteïnstoffe der großen Roggengabe und hat sich als sehr zweckmäßig erwiesen. Die Maischen dieser Schüttung sind sehr zäh und schleimig, so daß auch die diastatische Wirkung nicht so rasch vor sich geht. Die kleine Schwefelsäurezugabe begünstigt übrigens die Verzuckerung und ergibt auch dünnflüssigere Roggenmaischen.

Wird statt Darrmalz Grünmalz verwendet, so entsprächen die 620 kg Darrmalz (75 : 100 Gerste) 826 kg Gerste, für welche die Betriebszahl an Grünmalz genommen wird. Man gibt in den Vormaischbottich einen bestimmten Teil der 4600 Liter Wasser (statt 5000 Liter wegen des Wassergehaltes des Grünmalzes), am besten stets eine gleiche Menge von etwa 2300 Litern und erzeugt mit dem Reste und dem Grünmalz eine Malzmilch, die dem Wasser

zugepumpt wird. Kennt man einmal den Flüssigkeitsstand der aus dem Grünmalz mit den 4600 Litern Wasser hergestellten Malzmilch, so kann man einfacher das Grünmalz mit Wasser in Malzmilch verwandeln, dem Vormaischbottich zufließen lassen und bis zum bekannten Flüssigkeitsstand mit Wasser ergänzen. Ist die Malzmilch mit den 4600 Litern Wasser bereitet, dann wird zuerst 1 Liter Schwefelsäure und dann der Roggenschrot langsam zugegeben. In manchen Betrieben fügt man dem Vormaischbottich zuerst nur die Hälfte des Wassers (2300 Liter) mit der Hälfte der Malzmilch zu, maischt nun den Roggenschrot ein und gibt erst, wenn dieser glatt eingeteigt ist, den Rest der Malzmilch und die Schwefelsäure zu. Es ist schwer hier zu entscheiden, welche Art der Arbeit die zweckmäßigere ist, da bei dieser Frage sehr viel die vorhandenen Apparate mitsprechen. Bei obigen zwei Methoden der Darrmalz-Roggenverarbeitung möchte Verfasser derjenigen das Wort reden, die mit 50° warmem Wasser einteigt, nicht, weil sie besondere Vorteile böte, sondern weil sie eine Verwendung von warmem Wasser, also Dampfersparnis bedeutet; denn besondere Unterschiede in der Ausbeute sind nicht festzustellen.

Bei der Grünmalzarbeit ist es nach des Verfassers Erfahrung gleich, welches der beiden Verfahren gewählt wird. Doch neigt der Verfasser mehr zu der Ansicht, daß die Zurückhaltung eines Teiles des Grünmalzes bis zur völligen Einteigung des Roggens zweckmäßiger sei, wenn das vorhandene Rührwerk die dann dicke Masse gut zu durchmaischen vermag, ehe der Malzmilchrest zugeleitet wird. Diese Methode dürfte sich auch empfehlen, wenn mehr stärkereicher, also eiweißarmer Roggen verwendet wird; für eiweißreichen mehr die erstere, damit der Gesamtgehalt des Malzes an Peptase sich des vielen Eiweißes annehmen kann.

Außerdem ist bei Maischen mit 70 Proz. Roggen zu empfehlen, eine kleine Menge Malzmilch zurückzuhalten und wie folgt zu verwenden. Ist der Roggenschrot in der Malzmilch und dem Wasser unter Zusatz von 1 Liter Schwefelsäure eingeteigt, so erwärmt man auf 50°, maischt bei dieser Temperatur $^1/_2$ Stunde und geht dann auf 60° zur einstündigen Verzuckerung, während der das Rührwerk abgestellt wird. Nach dieser Zeit gibt man, nachdem das Rührwerk eingerückt ist, den Rest der Malzmilch zu, mischt ihn gut zu, erwärmt auf $63^3/_4°$, stellt das Rührwerk ab und läßt eine weitere Stunde verzuckern. Eine dann aus der durchgerührten Maische entnommene Probe darf mit Jod keine Reaktion mehr geben. Die Grünmalzgabe zur zweiten Verzuckerungsstunde erweist sich insofern als gut, als sie einen dichteren Hefenschaum zur Folge hat. Sie hilft also die wilden hohen Gärungen bei reichlicher Roggenverarbeitung vermeiden, besonders wenn, was überhaupt und zumal in diesem Fall fehlerhaft ist, mit zu geringen Säuregraden in den Satzmaischen, also mit weniger als 18° in 100 ccm gearbeitet wird. Bei Darrmalzarbeit ist diese Malzgabe zum Schlusse nach des Verfassers Erfahrung ohne sichtbaren Erfolg, vermutlich weil der Enzymgehalt ein anderer ist bzw. die Enzyme in anderer Verfassung in Tätigkeit treten; denn Darrmalz-Roggenmaischen geben sehr selten bei genügender Säurung der Sätze die hohen luftigen Gärungen.

Ist nun nach einer der verschiedenen Maischarten die richtige Verzuckerung erreicht, so gilt es, die verzuckerte süße Maische auf Saccharometeranzeige, Säure- und Verzuckerungsgrad zu untersuchen und dann auf diejenige Temperatur abzukühlen, bei der sie im Hauptgärbottich mit Hefe angestellt werden kann. Zur Saccharometerbestimmung benutzt man eine Probe der

süßen Maische, die, wie beim Satz angegeben, erhalten ist. Man läßt in 200 ccm Wasser im Meßzylinder so lange Maische einfließen, bis das Wasser bei Marke 400 ccm steht, schüttelt um, gibt eventuell, wenn nötig, noch etwas Maische bis zur Marke 400 ccm zu und beutelt die Verdünnung durch Seidengaze. Das Saccharometer wird 9,5 bis 10° Balling anzeigen, so daß die süße Maische 19 bis 20° haben würde. Es ist nicht zu empfehlen, die unverdünnte Maische der Hefenfabrikation zu saccharometrieren, die mit ihrem hohen Eiweißgehalt ganz falsche Resultate ergäbe. Die etwas zähe, schleimige Beschaffenheit, die mit dem Roggenzusatz wächst, täuscht bei Konzentrationen, wie der vorliegenden, bei der Saccharometrierung Grade vor, die nicht vorhanden sind. Die Verdünnung zur Hälfte mit Wasser scheidet dieses Moment aus. Statt eines graduierten Meßzylinders kann man ja auch einen gewöhnlichen Glaszylinder nehmen, wie solche zur Saccharometrierung benutzt werden, und an ihm zwei Marken anbringen für gleiche Volumen Maische und Wasser. Der Inhalt des Seidenbeutels kann auf Stärke geprüft werden. In 100 ccm der verdünnten Maische wird die Säure titriert, die meist etwa 0,7 bis 1,0 ccm Lauge entspricht. Bei sehr eiweißreichen Roggen oder großen Roggengaben kann der Säuregrad auch 1,0 bis 1,2 betragen. Für 100 ccm der unverdünnten Maische würde also der Säuregrad 1,4 bis 2 bzw. für besondere Fälle 2 bis 2,4° sein. Verfasser hat wohl den Zusammenhang der höheren Säureanzeige mit der Verarbeitung von eiweißreichem Roggen feststellen können, nicht aber Zeit und Gelegenheit gehabt, dem inneren Zusammenhang nachzugehen. Er glaubt aber, daß die stärker saure Reaktion nur von sauren Salzen, besonders der Phosphorsäure, herrührt, die sich zu 50 Proz. in der Asche vorfindet und eine wichtige Rolle in Eiweißverbindungen spielt. Nun erübrigt noch die Jodprobe und die Kontrolle unter dem Mikroskop, die uns eine Ergänzung der ersteren bietet. Mancher Leser wird über die vielen vorgeschlagenen Probenahmen sich wundern: der Verfasser kann bei der ungemein empfindlichen Arbeit der Hefenindustrie, bei der die Wirkung so vieler, leider zum Teil kaum bekannter Faktoren sich zur Einheitswirkung sammelt, nur wiederholen, daß es stets Früchte trägt, wenn, so oft die Möglichkeit es gestattet, kleine Proben entnommen und untersucht werden. Der Betriebsleiter lernt so manchen Vorboten kennen, der sonst dem Auge entgangen wäre und erst in seinen Folgen bemerkt würde, wenn dazu keine Untersuchung mehr benötigt wird. Auch der Wert des Urteils der Proben wächst mit der Häufigkeit der Vornahme, zumal sie mit der Zeit der geübten Hand leicht vonstatten gehen. Also lieber eine Probe zu viel, als eine zu wenig.

Was nun das Kühlen anlangt, so wird da und dort der Ansicht gehuldigt, daß während desselben ein Verweilen bei den Temperaturen der Milchsäurebildung sich in der Arbeit besonders bemerkbar mache und günstig erweise. Die kurze Zeit solle genügen, neben der Milchsäurebildung die vorhandenen Eiweißstoffe etwas zu peptonisieren, eine Ansicht, die der Verfasser aus langjähriger Beobachtung nicht zu teilen vermag. Möglich, daß eine mangelhaft verzuckerte Maische beim Verweilen auf etwa 55° noch nachverzuckert und so der Aufenthalt günstig wirkt; von einer Milchsäurebildung könnte doch aber nur in solchen Spuren die Rede sein, daß ihre Bedeutung gleich Null wäre. Übrigens enthält ja die süße Maische stets neben der zugesetzten Schwefelsäure noch Milchsäure, die, vielleicht in den Rohstoffen

schon vorhanden, in die Maische gelangt oder erst — und das dürfte eher zutreffen — durch geringe Milchsäurebildung bei den Temperaturen von 50 bis 55° vor der Verzuckerung entsteht. Diese ginge also wieder mit der beobachteten peptatischen Arbeit in der Maische, mit dem Eiweißabbau, Hand in Hand. Geringe Mengen Maltose bilden sich bei diesen Graden auch schon. Von dem Säuregrad der süßen Maische (im ganzen etwa 7500 Liter) kommen für die verwendete Schwefelsäure etwa 0,4 ccm Lauge auf 100 ccm in Betracht. Da der Säuregrad normal von 1,4 bis 2 für 100 ccm schwankt, so kämen 1 bis 1,6 ccm Lauge für die beim Maischakt gebildete Milchsäure und für die saure Reaktion der gewöhnlich in sehr geringen Mengen vorhandenen Salze in Betracht. Die süße Maische enthält also schon 0,09 bis 0,14 Proz. Milchsäure, deren Stäbchen auch zu sehen sind. Die Peptonisierung während $^1/_2$ Stunde bei 50°, das Einteigen bei dieser Temperatur fände also als günstige, empirisch gefundene Tatsache ihre Erklärung in einer Milchsäurebildung, die wieder einmal den Eiweißabbau im Gefolge hat. Beim Abkühlen aber bei 55 bis 50° anzuhalten, hat gar keinen Zweck. Man bedenke das zweistündige Stehen bei $62^1/_2$ bis $63^3/_4{}^0$ während der Verzuckerung und die Möglichkeit, beim Abkühlen nur kurze Zeit bei 55 bis 50° verweilen zu können, und man wird einsehen, daß die bei 62 bis 63° längere Zeit gestandenen Milchsäurestäbchen längere Zeit benötigten, bis sie bei 55° zur Wirkung kämen. Es müßten da schon Aufenthalte von 1 bis 2 Stunden gemacht werden: erzeugen doch die betreffenden Spaltpilze bei den Einteig- und Peptonisierungstemperaturen, nachdem sie vorher nur unschädliche Temperaturen durchgemacht haben, in den 1 bis $1^1/_2$ bis 2 Stunden nur 0,09 bis 0,15 Proz. Milchsäure! Es müßte also nach Überstehen der Temperatur von 62 bis 63° während 2 Stunden den Milchsäurebildnern mehr Zeit beim Abkühlen geboten werden, als möglich und ratsam ist. Jede einigermaßen wirksame Milchsäurebildung würde aber doch eine Schwächung der Diastase bedeuten, die wir für die Nachvergärung bzw. -Verzuckerung des Dextrins später noch brauchen. Will man aber die Sache beschleunigen, so muß man Temperaturen sich nähern, bei denen auch die Buttersäuresporen anfingen, sich ihres Daseins zu erinnern. Also gibt es nach der richtigen befriedigenden Verzuckerung nur die Losung: schnelles Abkühlen auf die Gärtemperatur. Die hierzu früher benutzten Kühlschiffe seien nur erwähnt, ebenso die längst auch verlassenen Oberflächenkühler, bei denen die Maische offen über ein Kühlrohrsystem oder Wasser über das von der Maische durchströmte Kühlrohrsystem läuft. Als Kühler, die in geschlossenen oder geschützten Apparaten die Maische zu kühlen gestatten, seien nur erwähnt: der Röhrenkühler der Firma Bohm und der Spiralkühler der Firma Hentschel (Golzern-Grimma) und andere ähnliche Konstruktionen. Diese Apparate sind sehr gut, aber entbehrlich, wenn ein moderner Maisch- und Kühlapparat zu Gebote steht; das ist heute fast überall der Fall und wo nicht, eine verbesserungsbedürftige Lücke. Nirgends mehr als in unserem Gewerbe heißt es fortwährend sich der gebotenen Neuerungen zu bedienen, wenn Altes zu ersetzen ist.

Nach der Verzuckerung wird also das Rührwerk eingerückt und das Wasserventil geöffnet, das nun die Schlangen durchströmt, von der an die Rohrwandungen geschleuderten Maische Wärme abnimmt und als heißes Wasser die Kühlschlange verläßt. Da die Maische etwa 62°, das Wasser etwa 12° hat, verläßt das Kühlwasser anfangs den Apparat mit 50 bis 55°; seine Temperatur nimmt aber ab, wenn die Temperatur der zu kühlenden

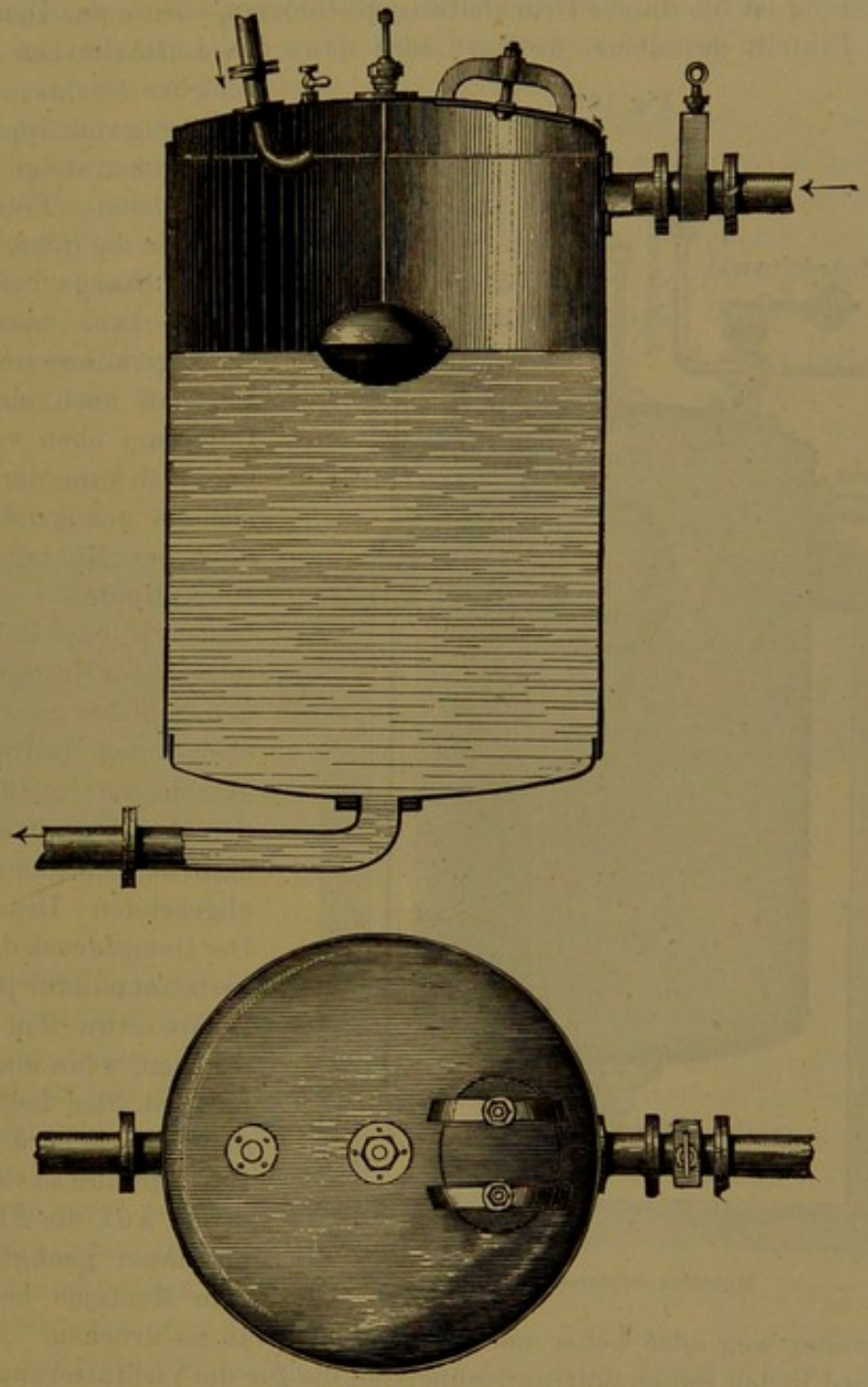
Maische mehr und mehr sinkt. Es ist zweckmäßig, sich der ersten, heißen Anteile des ablaufenden Kühlwassers für Einmaischzwecke zu bedienen und die kälteren Anteile gegen Ende der Kühlung zu anderen Zwecken der Fabrikation, z. B. als warmes Wasser zum Reinigen zu benutzen, wie überhaupt in dieser Beziehung nichts verloren gehen soll. Ehe wir nun die Kühlung der Maische weiter verfolgen, die mit dem Anstellen der Hauptmaische zusammenhängt, wollen wir noch kurz die Herstellung der Schlempe besprechen, über die wir als „Rohstoff" für die Fabrikation in gewissem Sinne bereits unter dieser Rubrik im Anfange gesprochen haben.

b) Die Herstellung der Schlempe.

Wie früher darüber bemerkt, ist es ein kaum entschuldbarer Fehler, wenn der Hefenfabrikant des alten Verfahrens sich der bedeutenden Menge Dextrine und Eiweißstoffe nicht bedient, an denen die Schlempe so reich ist. Die Schlempe ist die vergorene Maische, wie sie nach Entfernung des Spiritus den Spiritusdestillationsapparat (Brennapparat) verläßt. Die Vorgänge, die die Maische bis zur Spiritusgewinnung durchmacht, sind, so technisch vollkommen sie sein mögen, immer noch insofern verlustbringend, als sich bei bester Arbeit kleine Stärkemengen der Verzuckerung und Vergärung entziehen und ein großer Teil des vorhandenen Eiweißes, von der Hefe nicht ausgenutzt, mit der Schlempe den Brennapparat verläßt. Schon früh erkannte man den Wert der Schlempe, allerdings nicht der richtigen Spur folgend. Man glaubte die Säure derselben als Ursache der guten Wirkung ansehen zu müssen, was ja bis zu gewissem Grade berechtigt war. Man hatte aber nicht den durchschlagenden, dauernden Erfolg, weil bei ihrer Verwendung sehr leicht Degenerierung der Hefe eintrat. Man muß sich stets vor Augen halten, daß die Schlempe eigentlich nichts anderes als das Kriterium der ganzen Fabrikationsarbeit bedeutet, weshalb sie nur da Belohnung für den Betriebsleiter ist, wo sie aus guter Arbeit stammt. Die erzeugte Säure, ob rein oder unrein, geht in die Schlempe über; da nun die Reinheit der Säurung peptatischen Abbau des vorhandenen Eiweißes in für die Hefe bestem Sinne bedeutet, so tragen also auch die Proteïne der Schlempe das Merkmal der vorangegangenen Arbeit an sich. Wie sehr die Schlempe das Abbild der Fabrikation ist, beweist der Umstand, daß im alten Verfahren jede noch so günstige Änderung erst zur Geltung kommt, wenn die erste Schlempe aus dieser Änderung mit verwendet werden kann. Die aus dem Apparat laufende Schlempe enthält nun schon Stärke und Eiweiß in etwas brauchbarer Form, aber sie ist trübe und etwas verunreinigt. Die Eiweißstoffe sind noch nicht soweit zersetzt, daß sie völlig lösliche Verbindungen darstellen; sie sind in der Apparatschlempe noch meist in jenen Mittelformen vorhanden, die wohl löslich sind, aber milchig trübe Lösungen ergeben und den Schwebestoffen das Absetzen nicht gestatten. Einen Fortschritt bedeutete es deshalb, als man daranging, die Schlempe des Brennapparates in besonderen Apparaten aufzufangen und zu kochen. Dadurch änderte sich das Bild. Die milchig-schleimige Apparatschlempe ließ sich nach dem Kochen rasch klären, die Schwebestoffe, Hülsen usw. setzten sich rasch ab, und die überstehende Flüssigkeit war in heißem Zustande blank und gelblich. Die Methode des Kochens ist von großem Einfluß und nicht zum wenigsten liegt in ihr der Grund, warum manche Fabriken Schwierigkeiten mit der Schlempe haben.

Sie verwenden sie nur im Winter, schieben ihr aber im Sommer die Schuld zu, wenn die Hefe mangelhaft ist, und lassen deshalb die Schlempe dann ganz weg. Hier gilt der Grundsatz: Wo die Schlempearbeit nicht geht, fehlt es irgendwo im Betriebe! Die Schlempearbeit mit ihren großen Vorteilen ist der Lohn vorausgegangener richtiger Arbeit. Die Schlempe fließt nun vom Brennapparate, in

Fig. 160.

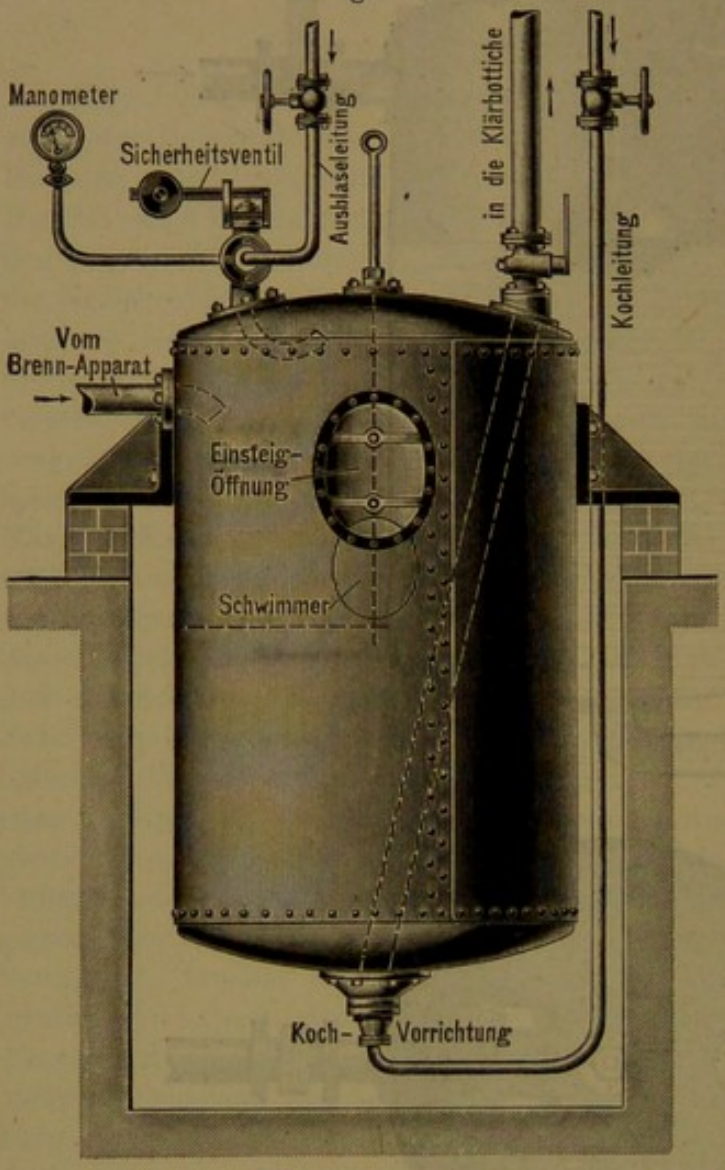


Einfacher Montejus.

dem ein Druck von etwa 0,15 bis 0,18 Atm., also eine Temperatur von wenig über 100° herrscht, in einen Montejus, „Saftdrücker", der gleichzeitig zum Kocher ausgebildet ist. Die Montejus sind so vielfach im Betrieb, um Flüssigkeiten auf weitere Entfernung in bestimmte Gefäße zu befördern, daß hier ein einfacher Montejus gezeigt sei (Fig. 160). Meist ist das ein zylindrisches schmiedeeisernes Gefäß mit gewölbtem Boden und Deckel. Vom Boden geht

das Rohr ab, das die Flüssigkeit weiter leiten soll. Am Deckel befindet sich ein Mannlochverschluß, da die Gefäße von Zeit zu Zeit gereinigt werden müssen, ein kleines Lufthähnchen und ein kurzer Stutzen mit Ventil, der den Dampfeintritt vermittelt und nur bis unter den Deckel reicht. Zweckmäßig ist noch ein Schwimmer vorhanden, der an einer messingenen Führungsstange befestigt ist, die durch den Deckel geht und den Grad der Befüllung anzeigt. Zur Befüllung ist die untere Druckleitung geschlossen, ebenso das Dampfventil oben am Eintritt desselben; geöffnet wird dann das Lufthähnchen und der Schieber (rechts oben) der Zuleitung vom Apparat. Der Schwimmer steigt mit dem wachsenden Flüssigkeitsinhalt in die Höhe. An einer an der Stange befindlichen Marke kann man sehen, wann gerade so weit befüllt ist, daß noch ein kleiner Luftraum oben vorhanden ist. Auch kann der Schwimmer bei genügender Befüllung des Montejus mittels eines Kontakts eine elektrische Klingel in Tätigkeit setzen. Zur Entleerung wird der Schieber rechts oben, ebenso das Lufthähnchen, geschlossen; geöffnet werden das Dampfventil und dann der Schieber der unten abgehenden Druckleitung. Der Dampfdruck des Kessels gestattet nun für jede Atmosphäre etwa 9 m hoch zu drücken, wenn man die Reibung in der Leitung und deren Länge berücksichtigt. Man gibt nun so viel Dampfdruck auf die Flüssigkeit, bis dieser genügt, sie aus dem Montejus heraus und in das weiter weg oder höher gelegene Vorratsgefäß zu drücken. Auf diese Weise wird in den reinen Spiritusbrennereien die für die Viehfütterung wichtige Schlempe im Montejus aufgefangen und aus diesem in die Verkaufsbottiche oder in die Vorratsgefäße der Stallungen gedrückt. In der Hefenfabrikation aber benutzt man Montejus, die als Kocher ausgebildet und etwa gemäß obenstehendem Bilde eines solchen der Firma Bohm (Fig. 161) ausgerüstet sind. Es ist meist ein schmiedeeisernes zylindrisches Gefäß mit gewölbtem Deckel und Boden, in dessen Boden der Kochdampf einmündet. — Links oben seitlich tritt die Apparatschlempe ein und zeigt durch den Schwimmer den Grad

Fig. 161.

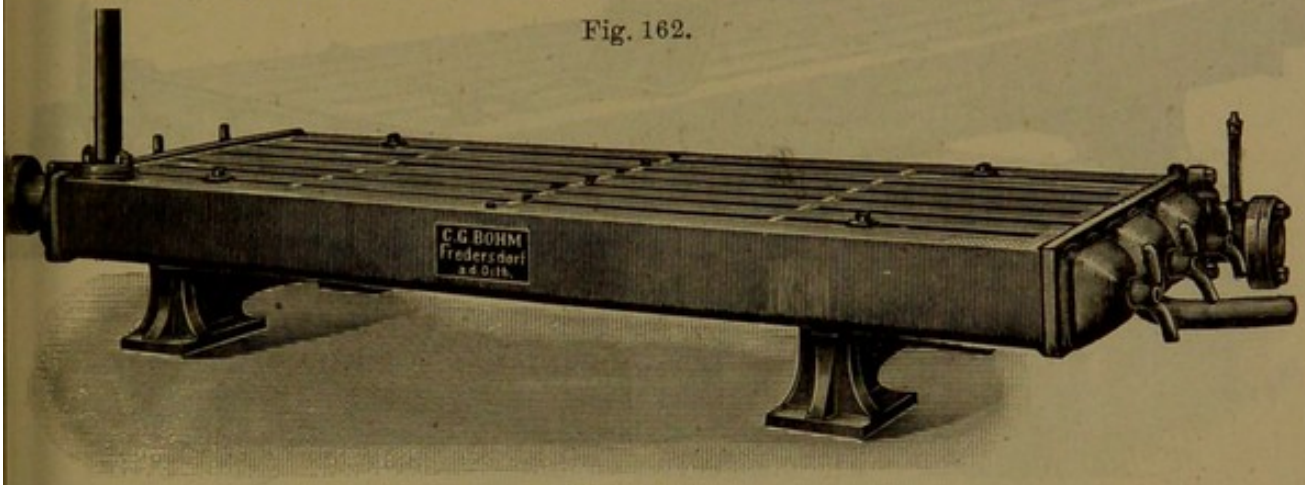


Montejus-Schlempekocher.

der Befüllung des Montejus an. Seitlich ist das Mannloch angebracht. Wenn die Schlempe gekocht werden soll, darf der Montejus nur so weit befüllt werden, daß noch als Kochraum $^1/_5$ bis $^1/_6$ des Inhalts frei bleibt, damit der kondensierende Dampf und die sich bewegende und bewegen sollende Schlempe Platz hat. Am Deckel befindet sich der eine Stutzen, der wie beim Henzedämpfer Manometer, Sicherheitsventil, Abblaseventil und auf der Rückseite das Druckdampfventil trägt, und der andere Stutzen mit einem Hahn für die Druckleitung, die nach oben zu den Klärbehältern führt und sich vom Stutzen innen bis zum Boden (punktierte Linie) fortsetzt.

Zum Befüllen bleibt der Kochdampf (unten eintretend) und der Hahn der Druckleitung geschlossen; geöffnet sind der Einlauf vom Brennapparat und das Abblaseventil. Ist der Kocher genügend gefüllt (siehe Marke an der Messingstange des Schwimmers), so wird der Zulauf vom Apparat und das Abblaseventil fast ganz geschlossen. Nun öffnet man den Kochdampf und bringt bei blasendem Luftventil (oben) den Druck auf $1^1/_2$ Atm. Eine halbe Stunde läßt man so bei blasendem Ventil kochen; die Schlempe ist dabei fortwährend in Bewegung und bei mangelhafter, vorhergegangener Arbeit können geringe

Fig. 162.



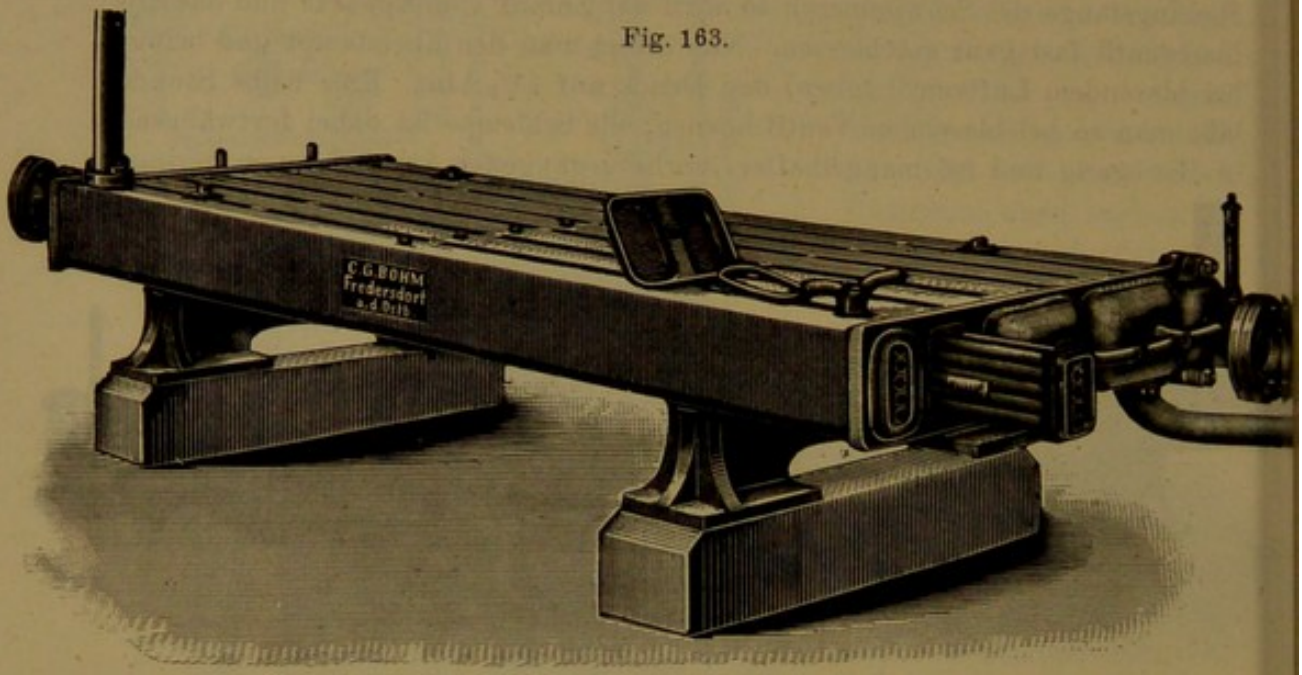
Röhrenkühler.

Mengen flüchtiger Säuren entweichen. Dann schließt man das Abblaseventil und auch das Kochventil fast ganz und läßt die Masse eine Stunde bei $1^1/_2$ Atm. unter Druck stehen. Nach dieser Zeit wird der Kochdampf ganz geschlossen, der Druckdampf geöffnet und dann der Inhalt in den Klärbottich eingedrückt. Der Druck richtet sich beim Ausblasen nach der Höhendifferenz zwischen Kocher und Klärbottich und muß, wenn diese größer ist als 12 bis 14 m, durch Druckdampf entsprechend verstärkt werden. Die Klärbottiche sind am besten hohe, schwach nach unten konische Bottiche aus harzreichem Holz, die so groß sein sollen, daß sie die Schlempemenge für eine Hauptmaische jeweils fassen; auch sind sie mit Holzdeckeln zu versehen. Die vorgeschlagene Größe, so daß jeder Klärbottich die Menge gekochter Schlempe einer Gärung und somit die nötige Menge geklärter Schlempe für eine Hauptmaische faßt, hat große Vorteile. Erstens hat der Arbeiter beim Eindrücken der Schlempe nur den Schieber für diesen Bottich zu öffnen und abzuwarten, bis das Aufdrücken fertig ist. Es kann also kein Verbrühen vorkommen, wie in dem andern Fall, daß eine Montejusfüllung nacheinander in zwei Klärbottiche verteilt werden muß. Dann ist auch zu empfehlen, die Montejuskocher, von denen immer zwei vorhanden sein müssen, damit, wenn in dem einen gekocht wird, die

Apparatschlempe in den andern ungehindert laufen kann, nicht zu klein zu wählen, so daß die ganze Schlempe einer Maische mit höchstens zwei Montejusfüllungen erledigt werden kann.

Es wird also jeder Klärbottich, der die ganze Schlempe einer Gärung fassen soll, zweimal aus den Montejus befüllt, so daß die erste Einfüllung wieder aufgewühlt wird. Besser ist es immer, wo der Raum es erlaubt, die Größe der Kocher so zu wählen, daß eine Befüllung einer Hauptmaische entspricht. Die Klärbottiche sind gut mit Deckel verschlossen in einem geschützten Raum mit Dunstabzug aufzustellen. Sind nun die zwei Füllungen im Klärbottich, dann bleibt die Schlempe 24 Stunden zur Klärung stehen. In dieser Zeit setzen sich die Schwebestoffe gut ab, und die klare Schlempe kann danach gut abgezogen werden. Die Temperatur derselben darf nicht viel

Fig. 163.



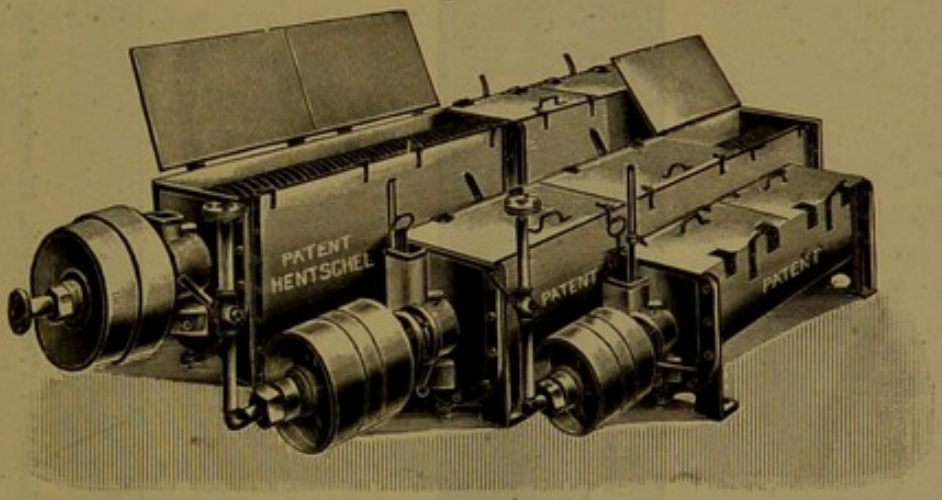
Röhrenkühler; ein Rohrsystem etwas herausgezogen, ein Verschlußdeckel abgenommen.

sinken, jedenfalls nicht unter 75°, damit Infektionen aus der Luft usw. nicht zur Geltung kommen können. Zum Abziehen der klaren Schlempe sind innen an der Bottichwand umlegbare, in einer Verschraubung drehbare Kupferrohre angebracht, die nach außen zu der Leitung führen, durch die die heiße Schlempe dem Kühler zur Abkühlung auf Anstelltemperatur zufließt. Diese Rohre werden langsam immer tiefer eingelegt, solange klare Schlempe abläuft und benötigt wird. Ist die gewünschte Menge Schlempe abgenommen, dann wird das Abziehrohr hochgezogen, die ganze Masse durchgerührt und durch eine vom Boden abgehende Leitung dem Verkaufsbottich zugeführt. Dieser Rückstand stellt ein von der Landwirtschaft für die Viehhaltung, besonders für die Milchwirtschaft, sehr begehrtes Futtermittel dar. Bei vorhandenem schlechten Absatz der Verkaufsschlempe ist man gezwungen, sie zu trocknen, was keine leichte Arbeit bedeutet, aber doch auf besonders konstruierten Apparaten durchgeführt wird. Die bekannten Spezialfabriken bauen solche Schlempetrockenapparate. In einem Eindicker wird ein großer Teil des Wassers verdampft. Die eingedickte Masse fließt regulierbar auf ein hohles, mit Dampf gespeistes Walzenpaar, verteilt sich darauf, trocknet rasch in dünner Schicht ein und wird durch aufgelegte Messer in feinen, kleinen Blättchen abgeschabt.

Durch einfache Trockenmulden gelangen diese zum Absacken. Meist arbeitet man so ohne Gewinn, weil die Preise für Trockenschlempe kaum die Kosten der Trocknung decken. Da sie ja lagerfest ist, kann aber auch eine günstige Preiskonjunktur abgewartet werden. Wenn wir nun das oft erwähnte Schema der Einmaischung von 2500 kg Rohmaterial zugrunde legen, so hätten wir etwa mit 15 000 Liter vergorener Maische zu rechnen. Beim Abbrennen und beim Kochen derselben tritt eine Wasseraufnahme von etwa 20 Proz. ein, so daß 18 000 Liter Schlempe erhalten werden.

Der Montejuskocher, der, zweimal befüllt und entleert, den Klärbottich ganz befüllen soll, müßte also, einen freien Kochraum mit berechnet, einen Inhalt von etwa 12 000 bis 12 500 Liter haben, was bei 2 m Durchmesser und etwa 4 m Höhe der Fall ist. Der Klärbottich, der die ganze Schlempemenge einer Maische aufnehmen soll, müßte dann, mit einem kleinen freien Raum gedacht, etwa 20 000 Liter fassen. Da die Klärung in hohen Gefäßen leichter als in niederen erfolgt und darin die klare Schlempe leichter vollständig von den abgesetzten Schwebestoffen abgezogen werden kann, so wäre für den Inhalt von 20 000 Litern am besten eine Höhe des Klärbottichs von 4 m bei

Fig. 164.



Spiralkühler.

einem Durchmesser von oben 2,8 und unten 2,7 m zu nehmen. Die Wahl der Größe des Klärbottichs, so daß er stets die Schlempe einer Operation faßt, hat noch den weiteren Vorteil, daß die klare Schlempe fortlaufend bis zur Genüge abgezogen werden kann; wenn die Bottiche zu klein sind, so müssen oft 1 bis 2 bis 3 Bottiche angegriffen werden, was aber immer ein Aufwühlen der abgelagerten Schwebestoffe und damit Verluste an klarer Schlempe hervorruft. Außerdem kühlen sich die großen hohen Schlempemassen nicht leicht ab und — last not least — jeder angestellte Bottich einer Operation erhält stets nur die Schlempe einer ganzen vorhergegangenen Maischung, was die Übersichtlichkeit der Betriebsarbeit sehr erleichtert.

Die Kühlung der Schlempe erfolgt natürlich mit besonderen Apparaten, von denen anbei zwei Typen im Bild gebracht seien. Der eine Kühler der Firma Bohm (Fig. 162 [a. S. 393] u. Fig. 163), der sogenannte Röhrenkühler, stellt wohl das Vollkommenste dar, was für diesen Zweck auf den Markt gebracht wurde. Diese Kühler finden leicht überall Aufstellung, weil sie außerordentlich wenig Platz beanspruchen, und leisten bei gedrängtester und leichtester Bauart Vorzügliches. Nach dem Gegenstromprinzip arbeitend, beruht

ihre große Wirkung auf der Zerlegung der Leitung der zu kühlenden Flüssigkeit in Rohrsysteme kleinen Durchmessers, die leicht herauszunehmen und zu

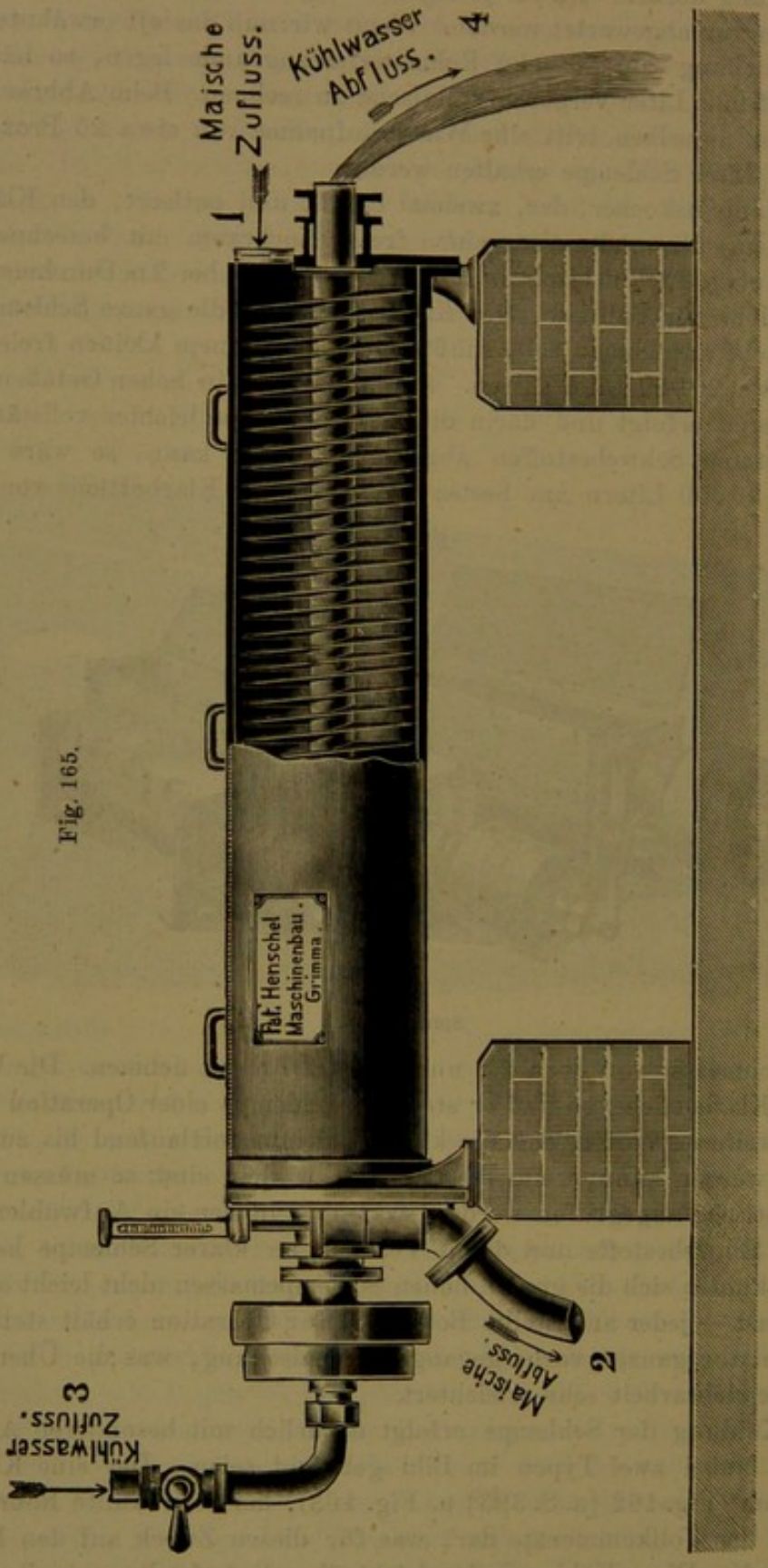


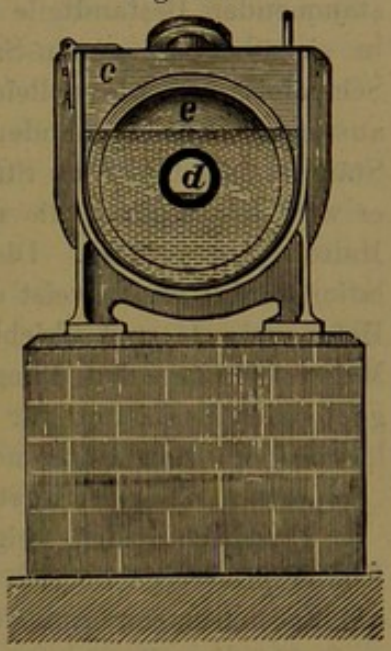
Fig. 165. Spiralkühler (Vorderansicht, teilweise im Schnitt).

reinigen und in gußeisernen Gehäusen eingesetzt sind, durch die das Kühlwasser läuft. Am Auslauf ist ein Thermometer angebracht, das die Arbeit des Kühlers

zu beobachten gestattet. Nach Abnahme der Verschlußdeckel sind die Rohrbündel leicht herauszuziehen (Fig. 163, S. 394). Von Zeit zu Zeit genügt eine 5proz. Lösung von kaustischer Soda, die einige Stunden in den Röhrchen steht und leicht auswaschbar ist, um die Röhrchen wieder blank zu machen. Der Wasserweg ist auch sehr leicht mit 5proz. Salzsäure zu reinigen. Ihre einfache Bauart und starke, sparsame Wirkung hat diesen Apparaten eine große Verbreitung verschafft, weil sie in vielfältigster Art verwendet werden können, wovon später noch die Rede sein wird. Ähnliche Apparate werden jetzt auch von anderen Firmen sehr gut geliefert, doch hat die Firma Bohm sie nach des Verfassers Wissen zuerst in dieser Form gebracht.

Eine gute Kühlwirkung haben auch die Spiralkühler der Firma Golzern-Grimma (vorm. Hentschel), Fig. 164 (a. S. 395), Fig. 165 und Fig. 166. Diese bestehen aus einem schmiedeeisernen, innen verzinkten Trog, in dem eine horizontale hohle Welle läuft, die, in den beiden Stirnwänden des Trogs gelagert, eine aus Kupferscheiben zusammengesetzte hohle Spirale trägt und durch ein Stufenscheibenpaar langsamer oder schneller in Drehung versetzt werden kann. Der Trog ist mit gut schließenden Deckeln versehen, die, in Scharnieren befestigt, leicht sich heben und zulegen lassen, so daß man mit oder ohne Luftzutritt kühlen kann. Auf der Seite, wo die Stufenscheiben sich befinden, läuft das Wasser ein, durch alle Spiralwindungen hindurch und auf der anderen Seite heraus. Entgegen dem Wasserlauf tritt die Würze in den Trog ein, umspült die Spirale und wird durch die entsprechend angeordneten Spiralflächen zum anderen Ende geschoben und sehr gut abgekühlt. Die Umdrehungszahl der Spirale ist etwa 40. Die mit ungefähr 60° einlaufende Maische wird in 1 bis 2 Minuten auf 15 bis 16° abgekühlt, was an dem am Auslauf befindlichen Thermometer kontrolliert werden kann. Die Wirkung des Apparates wird reguliert durch den Zufluß der zu kühlenden Flüssigkeit, durch die Schnelligkeit der Rotation der Spirale und den Wasserzufluß und durch eine Stauvorrichtung am Auslauf der gekühlten Flüssigkeit. Durch diese kann bewirkt werden, daß die Maische oder Schlempe die Kühlspirale mehr oder weniger bedeckt und ausnutzt.

Fig. 166.



Spiralkühler (Querschnitt).

Die Wirkung des Spiralkühlers, der leicht zu reinigen ist, ist sehr gut und der Kraftbedarf gering, so daß er für dicke Maischen besonders und für Betriebe, deren Maischbottiche keine genügende Kühlvorrichtung haben, zur Erzielung der niederen Temperatur gewiß zu empfehlen ist. Der beanspruchte Raum ist auch nicht groß, so daß bloß auf seinen Antrieb Rücksicht zu nehmen ist. Für dickere Flüssigkeiten ist er jedenfalls einer der wirksamsten Kühler; dann ist für ihn, der meist auch bei den Vormaischbottichen steht, die Antriebsmöglichkeit gegeben; für dünnere Flüssigkeiten, besonders wenn der Platz die Antriebsmöglichkeit ausschließt, tritt der wirksame Röhrenkühler in Geltung.

Ist die Schlempe also genügend geklärt, etwa nach 24 Stunden, so beginnt das Kühlen derselben für die Verwendung zur Hauptmaische.

2. Die Herstellung der Hauptmaische.

a) Allgemeines.

Die Hauptmaische des alten Verfahrens setzt sich zusammen aus 1. der süßen Maische, 2. der Schlempe, 3. dem vergorenen Satz, 4. Wasser und geringen Zusätzen von Schwefelsäure.

Die süße Maische stellt den zucker- und eiweißreichen Nährboden dar, in dem die im vergorenen Satz gezüchtete Hefe, die unter dem Schutz der erzeugten Milchsäure und mit Hilfe der durch diese assimilierbar gemachten Proteïne aufgewachsen ist, ihre Haupttätigkeit entfalten soll. Wenn nun die süße Maische auch eigentlich Nährstoff genug enthält und ihrem Eiweißgehalt nach Hefe genug liefern könnte, so hat sich doch gezeigt, wie sehr die Hefe gerade die in der Schlempe so leicht diffusibel gebotenen Nährstoffe bevorzugt. Da die Schlempe mit Ausnahme des vergorenen Zuckers und aufgebrauchten Eiweißes alle auch sonst nicht verarbeiteten, aus den Rohstoffen stammenden Bestandteile enthält, so muß ihre Wirkung auch zum Teil den in sie übergegangenen Säuren zukommen, speziell der Milchsäure und der Schwefelsäure, die vielleicht beim Kochen noch eine aufschließende Wirkung ausüben. Das vorhandene, noch unvergoren in die Schlempe gekommene Stärkemehl ist nur als Stärke in Lösung, was die Jodreaktion beweist; aber es wird leicht durch die mit der süßen Maische hereinkommende Diastase in Maltose übergeführt. Die Proteïne sind weit abgebaut und direkt assimilationsfähig; das beweist der bedeutende Einfluß, den der Schlempezusatz auf Hefenausbeute und Triebkraft ausübt. Aber die mit der Schlempe in die Maische kommenden Mengen an Kohlenhydraten und Proteïnen bieten keine genügende Erklärung für die Mehrausbeuten an Spiritus und Hefe. Verfasser hat deshalb viele Untersuchungen von Schlempe vorgenommen, wovon unter „Schlempe“ einiges mitgeteilt wurde.

Durchschnittlich zeigte die gekochte Schlempe 3,5° Balling an; beim Eindampfen ergaben sich auch etwa 35 g pro Liter, ein Beweis, daß, obwohl die Saccharometer nur für reine Zuckerlösungen eingestellt sind, sie doch auch für die mit anderen Stoffen gemischten Zuckerlösungen der Hefenfabrikation brauchbare Zahlen geben und mit ihrer Anzeige dem wirklichen Extraktgehalt nahekommen. In dem Extraktgehalt der Schlempe waren durchschnittlich etwa 14 g Kohlenhydrate und etwa 7 g Proteïne pro Liter. Eine Schlempegabe von 4800 Liter für unser Einmaischungsbeispiel ergibt also eine Mehrung der Kohlenhydrate um 67 kg und der Proteïne um 34 kg, der gegenüber mindestens 50 bis 60 Liter Alkohol und bis 75 kg Hefe mehr erzielt werden. Die Alkoholausbeute steht also nicht im Verhältnis zu der Mehrung an Nährstoffen. Da nun bei Kontrollmaischen genau das gleiche Material nur ohne Schlempe, aber genau nach der gleichen Methode verarbeitet, aber an Hefe und Alkohol stets das weniger erhalten wurde, was die Schlempearbeit bei gleicher Einmaischung brachte, so muß die Schlempe eben noch eine Mittlerrolle spielen, die nur ihrem Säuregehalt zukommen kann, der aus der bakteriell gewonnenen Milchsäure und zugesetzten Schwefelsäure besteht. Da bei Arbeit ohne Schlempe die fehlende Säure durch Schwefelsäure ersetzt werden muß, aber diese nicht die Wirkung wie die Säure der Schlempe hat, so scheint es nur die Milchsäure zu sein, die hier vielleicht — sie ist ja neben Eiweißspaltung entstanden — katalytisch wirkt und bei der Aufschließung der

Eiweißmassen der süßen Maische mithilft. Diese haben nur den die Diastasewirkung begleitenden, peptatischen Prozeß mitgemacht, der aber, was feststeht, nicht so weit geht wie derjenige, der als Begleiterscheinung der Milchsäurebildung auftritt. Damit hängt die Tatsache zusammen, daß Schlempemaischen, wenn die süße Maische aus genau dem gleichen Material und der gleichen Arbeit stammt, trotz des höheren Zuckergehaltes von oft 1° Balling dünnflüssiger als diejenigen ohne Schlempe sind, für die dann Wasser und etwas Schwefelsäure als Ersatz genommen wird. Jedoch ist bei Arbeit ohne Schlempe stets ein kleiner Mehrzusatz von Schwefelsäure in den langjährigen Versuchen der Betriebe als notwendig anerkannt, der, wenn auch bedeutend schwächer als Milchsäure, doch auf die peptatischen Vorgänge einwirken muß. Bei Ersatz von Milchsäure durch Schwefelsäure muß aber berücksichtigt werden, daß die Hefe gut das 5- bis 8fache an Milchsäure wie an Schwefelsäure verträgt. Wir hätten also in der Milchsäurewirkung der Schlempearbeit einen weiteren Beweis für die Doppelwirkung der Milchsäurebildung und der gebildeten Milchsäure, in der die hervorragende, unumstrittene Stellung beruht, die sie im Brennerei-, besonders im Hefengewerbe einnimmt: Sie baut bei ihrer Entstehung gleichzeitig Eiweißstoffe zu niederen Formen ab, bietet der Hefe wirksamen Schutz durch ihre Wirkung auf fremde Spaltpilze und zwar in Mengen, die die Hefe von keiner anderen Säure erträgt, die aber groß genug wieder sind, um peptatische Prozesse weiter zu unterstützen und zu unterhalten, auch wenn ihre Erzeuger fehlen. Die bakteriell erzeugte Milchsäure wirkt also in der Schlempe auf die Eiweißstoffe der süßen Maische anders als zugesetzte technische Milchsäure, wie es auch merkwürdig ist, daß Schlempebottiche eine geringere Säurezunahme bei der Vergärung aufweisen als Bottiche ohne Schlempe. Diese Erörterung soll nicht nur der Schlempeverarbeitung das Wort reden, der die großen österreichischen und französischen Fabriken dieses Verfahrens ihre gute Arbeit verdanken, sondern auch die Tatsache des als nötig erkannten Zusatzes von Schwefelsäure zu den Hefenmaischen begründen. Es kommt der Schwefelsäure sicher eine mehr baktericide Wirkung zu im Bunde mit der erzeugten Milchsäure, die für den Eiweißabbau auch in der Hauptmaische von der Schlempe aus tätig ist.

Was nun die Frage anlangt, wie viel Schlempe genommen werden soll, so kann Verfasser mitteilen, daß er pro 100 kg Einmaischung 200 bis 220 Liter Schlempe zur Hauptmaische verwendet hat. Die Säure der verwendeten geklärten Schlempe betrug durchschnittlich 3,6 bis 4,0° für 100 ccm bei 3,5 bis 3,7° Balling. Nach der Schwefelsäuregabe des Verfassers kamen auf diese von der Säure der Schlempe nur 0,6 ccm, so daß der Schlempezusatz in bezug auf seine Säure fast nur als Milchsäurezuführung in Betracht kommt und deshalb noch Schwefelsäuregaben nötig macht. Als Säuregrad der fertigen Hauptmaische kann der Verfasser einen solchen von 3,3 bis 3,5 für 100 ccm Maische empfehlen, der mit 2,8 bis 2,9° der Milchsäure und mit dem Rest der zugesetzten Schwefelsäure zukommt. Davon werden, wie bereits erwähnt, den 750 kg Mais beim Kochen mit den 2600 Litern Wassers 1 Liter und der Schlempe im Gärbottich für die ganze Einmaischung 2 Liter zugegeben. Auch hier möchte der Verfasser wiederholen, daß man besonders in der Milchsäuremenge nicht ängstlich sein soll. Wer das Eiweiß seiner Maischung ausnutzen will, muß für die Hefenfabrikation reichlich Milchsäure züchten, die sich in der Weiterarbeit immer wertvoller erweist. Die Schwefelsäuregabe ist dabei

aber auf obiges Quantum zu beschränken, das etwa 100 bis 120 ccm pro 100 kg Getreide entspricht. Was den Zeitpunkt der Schwefelsäuregaben anlangt, so kann nur der Zusatz zum Mais in der Gabe von 1 Liter auf 750 kg Mais und der zur Schlempe im Gärbottich in Betracht kommen. Der Zusatz zur Maiskochung erweist sich als sehr vorteilhaft für diese und wird dann im Vormaischbottich so weit verdünnt, daß er äußerst anregend auf die Diastasetätigkeit einwirkt. Jeder weitere Zusatz ist vom Übel; man kann nicht dringend genug davon abraten. Der Verfasser hat in den langen Jahren seiner Tätigkeit genug Gelegenheit gehabt und gesucht, um Verbesserungen zu erzielen, und kann alle seine Mitteilungen und Beobachtungen deshalb, wie sie in vorliegendem Werke empfehlenderweise eingeflochten sind, als Ergebnisse langer Versuchsreihen hinstellen. Ein weiterer Zusatz von Schwefelsäure kommt dann, wie oben bemerkt, nur noch in Betracht beim Anstellen im Gärbottich, und zwar für unser Schulbeispiel in der Menge von 2 Litern auf die verwendete Schlempemenge oder von 80 ccm auf 100 kg Gesamteinmaischung. Auf diese also beträgt die Schwefelsäuregabe zum Maiskochen und zur Anstellung zusammengenommen 120 ccm pro 100 kg.

b) Die Gärbottiche.

Die Form dieser Geräte ist nicht ohne Einfluß auf die Gewinnung der Hefe. Ihre Größe hängt von der Konzentration ab, die man der Hauptgärung geben will. Hat man zur süßen Maische eine solche von etwa 19 bis 20° Balling gewählt, weil sich dadurch das Volumen derselben und auch die Größe des Vormaischapparates verringern läßt, ohne daß die Verzuckerungsmöglichkeit beeinträchtigt würde, und weil man dadurch auch eine weitgehende Möglichkeit erhielt, den Grad der Verdünnung mit Schlempe z. B. völlig in der Hand zu haben, so war und ist bei der Wahl der Konzentration der Hauptmaische, die die Hefe liefern soll, noch besonders Folgendes zu berücksichtigen. Sie muß groß genug sein, den zur Hintanhaltung von feindlicher Spaltpilztätigkeit nötigen Alkoholgehalt liefern zu können, andererseits aber klein genug, um der entstehenden und entstandenen Hefe den Auftrieb mit der Kohlensäure, das Aufsteigen, zu ermöglichen, damit sie sich auf der Maische als Schaum ansammeln kann. Als günstiger Saccharometergehalt für die zur Gärung kommende Maische hat sich ein solcher von 10 bis 11° Balling erwiesen. Haben wir also gemäß unserem Beispiel aus dem Maischmaterial abzüglich Satzschrot eine süße Maische von 19 bis 20° Balling gewonnen, so ist dieselbe durch Schlempegabe und, wenn diese gering ist, noch durch Wasser auf etwa 10 bis 11° zu verdünnen. Die süße Maische hat ein Volumen von etwa 7400 Liter, so daß bei der Konzentration von 10° der Hauptmaische ein Platz von rund 15 000 Liter zur Verfügung stehen müßte. Nun erfährt aber jede Maische im Zustande der Gärung eine Volumvermehrung durch die sie durchsetzenden Kohlensäurebläschen. Außerdem ist zu bedenken, daß die auf der Maische zum Schaum sich ansammelnde Hefe Raum braucht. Doch ist es nicht zweckmäßig, den Bottich so groß zu nehmen, daß selbst bei größter Höhe der Hefenschaum noch Platz hat; erstens, weil sonst anfänglich die entstehende Kohlensäure schwer über der Gärung lasten würde, da sie schlecht entweichen kann, und weil zweitens — das ist besonders wichtig — das Abschöpfen der Hefe (s. w. u.) erschwert würde. Es ist daher zu empfehlen, die Größe so zu wählen, daß etwa noch 15 bis 20 cm Höhe frei sind, wenn

die Maische angestellt ist. Sobald die Volumvermehrung der gärenden Maische beginnt, schiebt sich ihre Oberfläche so weit hoch, daß bei einigermaßen bewegter Luft des Raumes die Kohlensäure weggeweht bzw. weggenommen wird. Der Schaum selbst wird dann, wenn er den Bottichrand übersteigen würde, von Blechkränzen aufgenommen, die auf dem Rand festgesetzt werden können und am besten aus verzinntem Kupferblech oder auch verzinktem Eisenblech bestehen. Das eine dieser Bleche kann mit einem Schieber versehen sein, um den Hefenschaum ablaufen lassen zu können.

Der Inhalt eines Gärbottichs für die Aufnahme der Hauptmaische von 2500 kg Gesamtmaischung dürfte also 17 500 bis 18 000 Liter betragen. Dabei ist die Höhe des Bottichs ziemlich eng begrenzt, da einerseits ein allzu hoher Maischstand der Kohlensäureentwickelung der Gärung unnötige und deshalb schädliche Arbeit zumuten würde, andererseits aber ein bequemes Abschöpfen der Maische bzw. der Hefe in demselben möglich sein muß. Die innere Höhe des Gärbottichs kann aus diesen Gründen nur etwa 1400 mm betragen, so daß die Bodenfläche desselben bei einem Inhalt von 18 000 Liter etwa 16 qm groß wird. Die Gärbottiche haben eine stumpf ovale Form der Grundfläche und nach oben sich etwas verjüngende Wände. Die Oberfläche der Maische wäre also auch etwa 16 qm groß und beim Abnehmen der Hefe gar nicht richtig zu bedienen. Der Verfasser muß aber dringend von der Aufstellung solch großer Einzelbottiche für eine Einmaischung wie bei unserem Beispiel abraten. Zum mindesten empfiehlt sich die Aufstellung von zwei Bottichen für 2500 kg Einmaischung, an deren Stelle der Verfasser sogar mit bestem Erfolg drei benützt, die also je etwa 6000 Liter enthalten. Jeder Praktiker weiß, wie leicht und erschöpfend die Arbeit mit kleinen Bottichen ist, die zweckmäßig bei Aufstellung von drei Stück für 2500 kg Maischung folgende Dimensionen haben. Die Form der Grundfläche sei stumpf oval, beinahe viereckig mit stark abgerundeten Ecken. Der obere und untere lichte Längsdurchmesser betrage 2530 und 2630 mm, der obere und untere Querdurchmesser 2000 und 2100 mm und die innere Höhe 1400 mm. Die Bodenfläche bzw. Oberfläche der Maische wäre also etwa 4 qm groß und so von dem Arbeiter leicht zu bedienen. Wo die Platzverhältnisse es irgend ermöglichen, rät der Verfasser zur Wahl von drei Gärbottichen für 2500 kg Maischung. Nur im Notfalle könnten je zwei zu 9000 Liter Inhalt in Frage kommen, die bei 8 qm Oberfläche der Maische (und des Bodens) natürlich schon unzweckmäßig erscheinen müssen, wenn der Arbeiter imstande sein soll, die ganze Fläche mit seinen Arbeitsgeräten zu bestreichen. Dies ist nicht der Fall und bedeutet Verlust an Hefe.

Als Material kann für die Gärbottiche harzreiches, weiches Holz in Frage kommen; die Temperaturen der Gärung sind ja nicht hoch. Während die Bottiche nun früher, um sie gewissermaßen für die Wintermonate etwas zu isolieren, bis auf etwa 70 cm der Höhe in den Boden eingelassen wurden, ist man bald ganz davon abgekommen.

Der im Boden eingelassene Teil war dem kritischen Auge des Betriebsleiters entzogen. Schäden am Holz der Wände oder Böden wurden meist zu spät entdeckt. Auch war die Verlegung der vom Boden weglaufenden Rohrleitungen in den Fußboden, und zwar mit Gefälle zu den Sammelgruben, sehr erschwert, abgesehen davon, daß sie dadurch der Kontrolle entzogen waren, die Undichtigkeiten hätte entdecken können.

Man stellt deshalb heute die Gärbottiche frei auf, so daß sie mit dem Boden auf eisernen Trägern ruhen, die selbst auf Stein- oder gemauerten Pfeilern liegen. Das untere Ende der Wände darf auf den Trägern nicht mit aufliegen. So kommt der Boden des Bottichs etwa 600 mm über den Fußboden zu liegen und der ganze Bottich ist leicht zu übersehen, desgleichen die von ihm fortführenden Rohre. Die starke Luftkühlung seines Inhalts, der Maische, gleicht man für den Winter durch etwas höhere Anstelltemperatur oder durch Anbringung von Rippenheizkörpern aus, die aber niemals zu nahe bei oder gar unter den Bottichen liegen dürfen. Durch die Höherlegung der Gärbottiche ist natürlich die Anschaffung eines Podestes nötig, das am besten aus Riffelblech zu wählen und so anzuordnen ist, daß der Bottich 800 mm hoch über das Podest emporsteht, der Arbeiter also sich gut über den Bottichrand hinwegbeugen kann. Die Reinigung der Gärbottiche erfolgt mit Bürste und einer dünnen Kalkmilch. Am besten wird der Gärbottich, der innen glatt gearbeitet sein soll, zuerst mit heißem Wasser gründlich ausgebürstet, abgespült und dann mit Kalkmilch eingepinselt. Diese läßt man einige Minuten auf Wand und Boden stehen und bürstet mit ihr die Flächen ab, die danach sauber abzuspülen sind. Bei den Vormaischbottichen kann Bürsten und Ausdämpfen in Betracht kommen, ebenso für die Satzmaischgefäße, für die niemals Kalk genommen werden sollte; für die Gärbottiche erweist sich die Reinigung mit Bürste und Kalkmilch als sehr gut, wobei zu bemerken ist, daß eben die Bürste die Haupttätigkeit zu verrichten hat, bei der ihr die Antiseptica, wie Kalkmilch, nur helfend zur Seite stehen können. Ein Bepinseln mit irgend einer antiseptischen Lösung mit nachherigem Abspritzen ist nur halbe Arbeit; die Wände müssen blank sein, und dazu hilft nur die Bürste. Der Raum, in dem die Gärbottiche stehen, muß gut gelüftet werden können. Zweckmäßigerweise sollte bei jedem Gärbottich oder für je zwei ein Fenster vorhanden sein, durch das während des Ausreifens Luft auf die Oberfläche der Gärung gelassen werden kann. Zum Anstellen der Maische im Gärbottich ist noch eine sogenannte Maßlatte nötig, die eine Zentimeterteilung trägt, und eine sogenannte Krücke zum guten Durchmischen der Maische. Die Krücke besteht aus einem durchlöcherten Holzbrett, das in seiner Mitte auf einer etwa 2 bis 3 m langen Holzstange befestigt ist. Wo im alten Verfahren gelüftet wird, besorgt die Luft das Mischen.

c) Die Hauptmaische.

Wir nehmen wieder unser Beispiel zu Hilfe, nach dem wir rund 7500 Liter süße Maische den vergorenen Satz aus 2·65 kg Darrmalzschrot und 2·85 kg Roggenschrot und die gekochte, geklärte Schlempe aus einer vorhergegangenen Gärung zur Verfügung haben. Außerdem sei angenommen, daß wir auf 100 kg Getreide etwa 215 Liter Schlempe nehmen und drei Gärbottiche für die 2500 kg Maischung bereit stehen. An Schlempe benötigen wir 5400 Liter und demnach für jeden Bottich 1800 Liter, gleich (1 cm Höhe = 41 Liter) 44 cm. Wir ziehen also vom Klärbottich, während die süße Maische hergestellt wird, die Schlempe klar ab und kühlen sie soweit wie möglich herunter. Da diese dünne Flüssigkeit sich bedeutend leichter kühlt als die dicke Maische, so ist möglichste Abkühlung der Schlempe zweckmäßig, weil dadurch an derjenigen der Maische gespart wird. Wir kühlen die Schlempe auf 17° ab und geben davon in jeden Gärbottich 44 cm, denen wir je $^2/_3$ Liter mit Wasser ver-

dünnter Schwefelsäure zugeben. Bemerkenswert ist die Opaleszenz der kalten Schlempe gegenüber ihrer völligen Durchsichtigkeit bei über 50°. Es sind also noch etwas weniger leicht lösliche Proteïne vorhanden. Eine Abscheidung findet aber nicht statt. Um eine Hauptmaische von etwa 10 bis 10,5° Balling zu erhalten, sind jetzt noch 16 cm Wasser für jeden Bottich nötig, die der Schlempe zugegeben werden. Dann wird die Schlempe mit der Schwefelsäure und dem Wasser gut gemischt, die Temperatur abgelesen und außerdem Saccharometeranzeige und Säuregrad dieser verdünnten Schlempe festgestellt. Man könnte nun einwenden, statt der Zugabe des Wassers in die Schlempe des Gärbottichs sei es doch zweckmäßiger, die süße Maische um soviel dünner zu maischen und so die Arbeit der Wassergabe zur Schlempe zu ersparen. Nun liegt die Sache aber so. Die Wassergabe beträgt etwa 20 hl, die also um soviel das Volumen der Maische erhöhen würde; wir hätten dann auch statt 7500 etwa 9500 Liter Maische von 62° auf die Anstelltemperatur abzukühlen. Die hierzu nötige Kühlwassermenge ist aber doch vielmals größer als die Wassergabe zur Schlempe, die, da das Fabrikationswasser doch meist 10 bis 12° hat, die Schlempetemperatur noch auf etwa 15° herunterdrückt. Geben wir das Wasser zur süßen Maische, dann haben wir also 2000 Liter heiße Maische mehr abzukühlen, was eine ganz bedeutende Mehrmenge des Bedarfs an Kühlwasser bedeutet (etwa 4000 bis 5000 Liter), während wir beim Verdünnen der Schlempe mit den 2000 Litern kalten Wassers nur diese benötigen, dabei die Schlempetemperatur erniedrigen und die Maische weniger weit abzukühlen brauchen. Ein da und dort geübter Brauch könnte die Wassergabe zur Schlempe auch entbehrlich machen: in einzelnen Betrieben gibt man nämlich das Hefenwaschwasser in die vergorene Maische, brennt die so verdünnte, vergorene Maische ab und gewinnt also mehr, aber dünnere Schlempe.

Das Hefenwaschwasser enthält nun neben geringen Mengen von Alkohol noch geringe Mengen Maischanteile, die aber bei richtiger Schöpfarbeit für den Schlempewert nicht ins Gewicht fallen. Am meisten spekulieren die Anhänger dieser Arbeitsweise — Zugabe von Hefenwaschwasser zur reifen Maische — auf die darin noch suspendierten Hefenzellen, weil deren Eiweißgehalt in die Schlempe übergehe. Nun handelt es sich aber bei richtiger Arbeit um außerordentlich geringe Mengen eigentlicher Hefe, dagegen mehr um Beimengung der sogenannten Grauhefe (Schwarzhefe). Diese besteht meist nur aus feinen, leichten Verunreinigungen der Maische, die beim Abschöpfen mit in die Hefe gelangen und beim Waschen sich von ihr trennen; sie enthält natürlich auch viel Milchsäurebakterien und fremde Spaltpilze, aber nur sehr wenig Zellen von Kultur- und wilden Hefen. Eine Zugabe des Hefenwassers zur vergorenen Maische bedeutet also nicht nur eine Verunreinigung, sondern auch eine Abkühlung derselben und damit eine Störung der Nachgärung. Eine Bereicherung des Schlempewertes findet auch nicht statt. Außerdem wird der gewonnene Spiritus schlechter als bei getrenntem Abbrennen. Also liegt hier wieder keine Vereinfachung der Arbeit, sondern eine Erschwerung vor, zu der noch die Unregelmäßigkeit der täglichen Hefenwassergabe kommt, die mit dem Grad der Ausschöpfung der Gärungen wechselt. Der Verfasser kann also nur empfehlen, die abgekühlte Schlempe im Gärbottich (je 44 cm pro Bottich) mit frischem Wasser (je 16 cm pro Bottich) zu verdünnen und der verdünnten Schlempe im ganzen 2 Liter (pro Bottich 0,66 Liter) Schwefelsäure zuzugeben.

Wird von der Schlempe weniger genommen — was aus oft erwähnten Gründen sehr bedauerlich ist —, so muß dann entsprechend mehr Schwefelsäure zugegeben werden. Bei der Arbeit ganz ohne Schlempe, wenn also in jeden Bottich 60 cm (44 + 16) Wasser kommen, wird eine weitere Gabe von 2 Litern Schwefelsäure nötig, so daß demnach 2 + 2 = 4 Liter im ganzen davon in die drei Gärbottiche, also in jeden $1^1/_3$ Liter kommen. Während die Schlempe im Gärbottich vorbereitet wird, kühlt man die süße Maische ab und ist der vergorene Satz reif geworden. Wie oben beschrieben, läßt man diesen nicht über $31^1/_4{}^0$ warm werden, sondern kühlt ihn zuerst auf $27^1/_2{}^0$ und bei der letzten Kühlung vor der Verwendung, vor der „Reife", auf $28^3/_4{}^0$ ab. Meist hat der reife Satz dann etwa 30°, wenn er zur Hauptmaische verwendet wird.

Wie tief müssen wir nun die süße Maische abkühlen, um im Gärbottich die richtige Anstelltemperatur zu haben, und bei welchen Graden liegt die letztere?

Hier spielen natürlich lokale Verhältnisse, die wechselnden Temperaturen der Jahreszeiten und des Gärraumes mit. Die Gärung soll sich auf etwa $31^1/_4$, jedenfalls nicht auf $32^1/_2{}^0$ oder gar darüber erwärmen. Gewöhnlich ist nun für den Sommer, wenn die Gärbottiche frei in einem luftigen Raume stehen, eine Anstelltemperatur von $25^1/_2{}^0$ die richtige und muß mit Herannahen der kälteren Jahreszeit allenfalls auf 27 bis $27^1/_2{}^0$ erhöht werden. Ausschlaggebend ist natürlich das Verhalten der Gärung unter den lokalen Verhältnissen; wird der Gärraum im Winter ziemlich warm gehalten, so kann auch die Anstelltemperatur niedriger, also normal gehalten werden. Jedenfalls soll nicht früher als nach 12 und nicht später als nach 14 Stunden die Reife des Schaumes eintreten. Schlempebottiche erwärmen sich etwas mehr und können also von Anfang an niedriger als sogenannte Wasserbottiche (ohne Schlempezusatz) angestellt werden, die meist um $^1/_2$ bis $^3/_4{}^0$ weniger sich erwärmen, also eine wärmere Anstelltemperatur vertragen. Wir nehmen nun als Anstelltemperatur $25^1/_2{}^0$ an.

Die Gesamtmenge der Hauptmaische (7500 Liter süße Maische, 2000 Liter Wasser, 5400 Liter Schlempe und 1000 Liter vergorener Satz) beträgt rund 15900 Liter und soll $25^1/_2{}^0$ haben, also 15900 . 25,5 = 405450 Wärmeeinheiten enthalten.

Die	2000	Liter	Wasser	von	12°	z. B.	bringen deren . . .	24000,
„	5400	„	Schlempe	„	17°	„	„ „ . . .	91800,
„	1000	„	Satz	„	30°	„	„ „ . . .	30000,

also zusammen 145800, so daß für die mit $25^1/_2{}^0$ vorgesehene Gesamtmaische noch 405450 — 145800 = 259650 mit den 7500 Litern süßer Maische hereinzubringen, diese also auf $\frac{259650}{7500} = 34^6/_{10}{}^0$ abzukühlen sind. Ist die Maischleitung sehr lang und hat man daher mit einer Abkühlung während des Herunterlaufens zu rechnen, so gibt man etwas Temperatur zu und kühlt etwa auf 35° ab. Da täglich gleich gearbeitet wird, so ist eine einmalige Rechnung nötig, um dann stets bis auf leicht zuzugebende Schwankungen die Maischkühlungstemperatur zu wissen. Wir kühlen also unter der Annahme, es läge eine längere Leitung vor, die süße Maische auf 35° ab und verteilen sie, wenn die Temperatur erreicht ist, genauestens auf die drei Bottiche in das Schlempe-Wassergemisch, das etwa zusammen 15,5° hat. Die Verteilung

hat sehr genau zu geschehen, und zwar nicht bloß der Menge nach, sondern auch der Zeit nach, so daß z. B. die den $\frac{7500}{3}$ Litern = 2500 Litern pro Gärbottich entsprechenden 61 cm Maische in einen Bottich nicht auf einmal zugegeben werden, sondern die auf den Bottich treffende Anzahl Zentimeter etwa in zwei bis drei Partien eingelassen wird. Besonders die zuletzt kommenden Teile mit dem Schwenkwasser des Vormaischbottichs und der Leitung sind genau auf alle drei zu verteilen.

Zum Ausschwenken nimmt man am besten etwas reines, auch 35° heißes Wasser. Wo nur ein kleiner Bottich zum Anstellen kommt, ist die Sache einfach. Für unseren Fall der Verteilung der Maische auf drei Bottiche legt man am besten die Leitung bis zum mittleren derselben und läßt von ihr einen Stutzen ausgehen, der mit einer Messingkapsel verschließbar ist. Nach deren Wegnahme kann man einen im Gewinde drehbaren Kupferbogen anschrauben, an den für die zwei anderen Bottiche Rohrstücke angesteckt werden können.

Diese Leitungen sind immer sauber mit heißem Wasser nachzuschwenken oder auch auszudämpfen. Während des Einlaufs der Maische mischt man bereits gut durcheinander und gibt, wenn alle Maische eingelaufen ist, den vergorenen Satz zu. Meist stehen diese Satzgärgefäße höher, so daß ihr Inhalt von selbst durch eine vom Boden des feststehenden Gefäßes ausgehende Leitung herunterläuft. Oft findet man auch eine Kolbenpumpe vor, die, wenn mehrere Satzgefäße da sind und mehrere Maischen angestellt werden, aus einer gemeinsamen Leitung, die am Boden der Bottiche hinzieht, den Satz ansaugt und weiterpumpt. Wo keiner dieser beiden Fälle zutrifft, wird der vergorene Satz im Gärständer auf Rollen zum Gärbottich geschoben und übergeschöpft oder sonstwie dem Gärbottich zugeführt. Ist der Satz vollständig zugegeben, dann wird mit der bereits erwähnten Krücke gut durchgerührt. Ist gut gearbeitet bzw. verteilt worden, so zeigen alle drei Bottiche — was wichtig ist — die gleiche Temperatur. Nun spritzt man mit wenig Wasser den Rand ab und überläßt die Maische der Gärung. Wir hätten also für unser Beispiel 44 cm Schlempe, 16 cm Wasser, $^2/_3$ Liter Schwefelsäure, 61 cm Maische und 3 cm vergorenen Satz pro Gärbottich verwendet. Die verwendeten Zwischenprodukte und die Hauptmaische dürften dann ungefähr folgende Saccharometer- und Säurezahlen ergeben:

	Süße Maische	Schlempe, unverdünnt	Schlempe mit Wasser und Schwefelsäure	Vergorener Satz	Fertig angestellte Maische
Saccharometergrade . .	20	3,4—3,6	2,6—2,7	12,0—12,4	10,4—10,8
Säuregrade (pro 100 ccm)	1,4—1,8	3,6—4,0	3,6—3,7	19,4—20,0	3,4—3,5

Wird keine Schlempe verwendet, sondern dafür nur Wasser (60 cm pro Bottich + $1^1/_3$ Liter Schwefelsäure), dann zeigt die angestellte Maische etwa 9,8 bis 10,0° Saccharometer und 2,8 bis 3,0° Säure. Bei dieser Gelegenheit sei erwähnt, daß alle Leitungen, durch die zur Gärung gelangende Teile der Hauptmaische fließen, aus Kupfer sein sollten; Eisen ist mit Ausnahme der Wasser-

und Dampfleitungen, gänzlich zu meiden. Die Abnutzung der eisernen Leitungen ist, abgesehen von der steten Eisenzufuhr zur Maische, derart groß, daß die einmalige große Ausgabe für die Kupferleitungen sich billiger stellt, zumal auch Kupfer stets wieder seinen Wert als Altmaterial hat.

3. Die Gärung der Hauptmaische.

a) Die Angärung.

Dieselbe sei zunächst behandelt ohne die Annahme, daß gelüftet werde, wovon später die Rede sein wird. Sofort, nachdem die gut durchgerührte Maische sich selbst überlassen ist, beginnt auch die Tätigkeit der in derselben verteilten Zellen aus dem vergorenen Satz. Zuerst steigen kaum bemerkbare Kohlensäurebläschen auf, mit denen die Hülsenteilchen der Maische nach oben schwimmen, so daß der leichte weiße Schaum, der sich zuerst bildete, bald verschwindet unter den sich immer mehr ansammelnden Hülsen und Zelluloseanteilen der Rohstoffe. Die Decke wird allmählich immer dicker — zumal bei Grünmalzverarbeitung, bei der die Wurzelkeime besonders noch zur Deckenbildung beitragen — und schließt, äußerlich betrachtet, glatt und fest die Maische von der Luft ab. In Wirklichkeit ist sie porös und durchlässig genug, so daß die Kohlensäure durch sie entweichen kann, was man durch den Geruch und durch ein über die Decke gehaltenes brennendes Streichholz, das rasch erlischt, festzustellen vermag. Die zuerst glatte, ebene Decke spannt sich immer mehr und wölbt sich etwas vom Rande aus, indem sie dem Druck der stetig stärker auftretenden Kohlensäure nachgibt, solange ihre Elastizität es zuläßt. Nach 2 bis 3 Stunden, bei kalter Temperatur im Winter in längstens 4 Stunden, hat die Decke ihre größte Dicke bis zu 100 mm und darüber erreicht, und sendet — mit einem Stäbchen durchstochen — mit ziemlicher Gewalt einen weißen, dicken, hefenhaltigen Schaum aus: durch die Kohlensäurebläschen schaumig aufgetriebene Maische. Diese Probe ist nur angebracht, wenn das Durchbrechen der Decke länger als gewöhnlich auf sich warten läßt; dann ist der Kohlensäureauftrieb zu schwach, die Gärung nicht in Ordnung und die Decke kann zu großer Stärke anwachsen, ehe sie dem Druck der Kohlensäure und dem wachsenden Volumen der Maische dann um so schwerer nachgibt. Es ist ein interessantes Schauspiel, das nun folgt, wenn in der angegebenen Zeit — was bei normaler Arbeit immer der Fall ist — die Decke an der Grenze ihrer Dehnbarkeit, ihres Zusammenhalts angekommen ist und nachzugeben beginnt. Nicht immer vom gleichen Platze aus fängt die Zerstörung der Decke an. Manchmal beginnt sie vom Rande aus, manchmal auch — und das ist ein gutes Zeichen für die Kraft der Gärung — in der Mitte oder gegen die Mitte der Decke. An einer solchen Stelle wölbt sich die Decke stark in die Höhe und zerreißt langsam; die nachdrängende Maische schiebt, den Riß verlängernd, die Decke nach beiden Seiten zurück, spritzt in hohem Bogen, je nach der Stärke der Gärung, als dichter weißer Schaum in die Höhe und ergießt sich in die Spalte, die sich momentan wieder schließt, weil die durch die schaumige Maische benetzte Decke schwer zurückfällt.

Aber nun regt sichs mächtig. In der Nähe der ersten Durchbruchsstelle bilden sich immer wieder neue Risse; eine Eruption von Maische folgt auf die andere, jedesmal größere Risse erzeugend, bis allmählich die ganze Decke, ihres

Zusammenhalts beraubt und durch den Schaum feucht und schwer geworden, in der schäumenden Maische verschwindet. Die nun schaumige Decke fängt an, meist von einer Seite aus gleichmäßig zur anderen sich zu schieben und zu wälzen, bis in der welligen, schaumigen Oberfläche nur noch einzelne, ohne den früheren Zusammenhang sichtbare Hülsenteilchen hin und her, herauf, herunter gehoben und geschoben werden. Kurz nach dem völligen Durchbruch bildet die Oberfläche eine lebendige, wälzende, Erhebungen und Vertiefungen zeigende Masse. Die Tätigkeit der Maische wird immer intensiver, das Wälzen der Hülsen kräftiger und die schaumige Oberfläche wächst in die Höhe; die in riesigen Mengen entwickelte Kohlensäure bringt die ganze Masse immer mehr in Bewegung, treibt die Hefenzellen nach oben und läßt sie kurze Zeit sich mit dem Sauerstoff der Luft sättigen, bis sie, von den sinkenden Teilen der Maische nach unten gerissen und nach weiterer Gärarbeit wieder in die Höhe getrieben, oben in dem immer höher sich entwickelnden Schaum dauernd verbleiben. Die nach dem Deckendurchbruch infolge der Hülsen bräunlich aussehende Masse wird immer heller und höher, bis durch den sich bildenden Hefenschaum, der immer weißer erscheint, die Maische mit ihren Hülsenteilchen dem Auge entschwindet. Solange der Schaum den Bottichrand nicht erreicht, setzt man keine Blechkränze auf, damit die Luft um so besser die Kohlensäure wegwehen kann. Dann aber werden noch rechtzeitig natürlich die Blech(Kupferblech-)kränze aufgesetzt. Wenn sie dünn genug sind, dann legen sie sich auch genügend dicht innen an den glatten Bottichrand an und lassen von dem leichten, luftigen Hefenschaum nichts zwischen sich und dem Bottichrand austreten. Solange der Hefenschaum wächst, ist er leicht, wässerig, kleinblasig und enthält eine Menge sprossender Zellen, die sich in Gärung und Wachstum betätigen und ausreifen können. In dem Schaume findet in diesem Zustand des Wachsens auch ein stetes Sinken der Zellen statt, weil die Kohlensäurebläschen abwechselnd reißen und ein, wenn auch rasch vorübergehendes, Sinken verursachen, so daß die Hefenzellen immer wieder zur Maischoberfläche kommen, die durch die riesige Kohlensäureentwickelung Maische derselben Konzentration, desselben Vergärungsgrades wie im Innern enthält. Nach etwa 12 Stunden hat der Schaum seine größte Höhe erreicht und beginnt im Steigen Halt zu machen. Aber nun beginnt er auch ein anderes Aussehen zu bekommen. Das bisherige Stadium des wachsenden Hefenschaumes ist das der fortwährenden Neubildung von Hefe, der Sprossung der Zellen.

b) Die Ausreifung des Hefenschaumes.

Dieses Stadium beginnt mit dem Zeitpunkte, an dem der bis jetzt stets gewachsene Hefenschaum Halt macht. Die kleinen Blasen desselben machen großen Platz, die infolge der nachlassenden Kohlensäureentwickelung immer weniger Maischteilchen mit sich führen und, bis jetzt glasig und durchscheinend, trübe zu werden beginnen. Die Bewegung in der Maische läßt nach, die Kohlensäureentwickelung verlangsamt sich und die mit ihr nach oben gekommenen Hefenzellen bleiben im Schaum, der deshalb immer schwerer, milchiger wird. In diesem Stadium nun ist es sehr zu empfehlen, durch Öffnen der bei den Bottichen befindlichen Fenster frische Luft über die Gärung streichen zu lassen. Während früher in vielen Betrieben die Luft

ängstlich fern gehalten wurde, um den Hefenschaum nicht zu schädigen, bewirkt die frische Luft in diesem Ausreifungsstadium im Gegenteil ein ganz bedeutendes Milchigwerden der nun auftretenden großen Blasen, die an ihrer Grundfläche oft 300 mm Durchmesser haben können. Während nun bei dieser Veränderung der Hefenschaum etwas auf seiner Höhe stehen bleibt und immer schwächer nach Kohlensäure riecht, beginnt er, wenn die Trübung der Blasen nicht mehr zunimmt, etwas zu fallen. Während aber, solange das Ausreifen des stehenbleibenden Schaumes dauert, infolge der mit dem Schaum hoch kommenden Maischeteilchen noch immer Sprossung zu sehen ist und die Zellen noch alle im Verbande sind, beginnt sich das Bild unter dem Mikroskop zu ändern, wenn der Hefenschaum zu fallen beginnt. Dann lösen sich teilweise die Verbände und nun erst ist der Schaum nach des Verfassers langjähriger Erfahrung reif und fertig zum Abnehmen. Das Zurückfallenlassen des Schaumes richtet sich nach der Höhe desselben, die wieder in umgekehrtem Verhältnis zur Ausbeute steht. Je mehr Hefe der Bottich gibt, desto voller sind die Zellen, desto spezifisch schwerer sind sie und desto weniger vermögen sie es, in die Höhe von 30 bis 40 cm sich zu begeben und dort sich zu halten. Ist nun der Schaum, wie z. B. bei großen Roggengaben, sehr hoch, etwa 40 cm, dann kann derselbe ruhig auch 4 bis 5 cm zurückgefallen sein, was ein Schwererwerden, ein Ausreifen der Zellen bedeutet. Schlempebottiche aber mit oben besprochener Schüttung geben meist einen 20 cm hohen Schaum, der aber dick und milchig ist und zur Ausreifung für die Abnahme nur etwa 1 bis 2 cm zurückgefallen zu sein braucht. Jedenfalls heißt es hier, wie beim vergorenen Satz, lieber den Schaum etwas zu reif nehmen als ein paar Minuten zu früh. Die Hefe ist da und kann nicht verloren gehen. Wird dagegen die Hefe zu früh weggenommen, so ist sie nicht recht ausgebildet, die Tochterzellen sind noch nicht zur normalen Größe ausgewachsen, die Hefe ist leicht und setzt sich deshalb beim Waschen schlecht ab. Verluste sind so kaum zu vermeiden. Wie erklärt sich nun das Verhalten des Hefenschaumes? Er wächst zu einer bestimmten Höhe, die allerdings mit den Säureverhältnissen und der Art des Rohmaterials schwankt, bleibt auf dieser stehen, wird fester mit großen, milchig getrübten Blasen an der Oberfläche und fällt, wenn dieser Zustand erreicht ist, langsam zurück. Die süßen Maischen enthalten, obwohl sie nach der Verzuckerung mit Jod keine Reaktion mehr geben, selten mehr als etwa 75 Proz. Maltose, also noch etwa 25 Proz. Dextrin. Das ist erklärlich, da man aus Rücksicht auf die Eiweißstoffe jede die Diastasewirkung unterstützende Temperaturerhöhung der süßen Maische vermeiden muß. Nun ist, wenn man eine Probe der gärenden Maische entnimmt, bei erreichtem Höchststand des Schaumes etwa die Hälfte der vorhandenen Saccharometeranzeige vergoren und, wenn der Schaum zu fallen beginnt, etwa $^1/_3$ derselben noch vorhanden. Es ist nun als sicher anzunehmen, daß die stürmische Angärung und die Bildung des rasch steigenden Schaumes mit dem Gehalte der Maische an fertig gebildeter Maltose und mit dem an bereits vorbereitetem Eiweiß zusammenhängt. Man könnte auch meinen, daß der Höchstpunkt des Schaumes direkt mit der Grenze des Maltosegehaltes zusammenhänge, und könnte weiter schließen, daß eine Verbesserung des Zuckerverhältnisses auch mehr Hefenschaum ergäbe bzw. diesen noch mehr anwachsen lasse. Der Verfasser hat auch seinerzeit das annehmen zu sollen geglaubt und probeweise eine dünner gemaischte süße Maische so lange verzuckert, bis ein Zucker-

Dextrinverhältnis 80 : 20 erreicht war, was bei 16° Balling nach 4 Stunden eintrat, nachdem bereits schon nach 2 Stunden jede Jodreaktion verschwunden war. Nun trat aber auch bei dieser Maische die Erscheinung auf, daß bei Beginn des Fallens noch $^1/_3$ der anfänglichen Saccharometeranzeige vorhanden war und somit, was die Maltosebestimmung bewies, nicht die gebildeten 80 Proz. Maltose, sondern auch nur etwa 65 Proz. vergoren waren. Die Bildung des Schaumes ist aber die Folge der Hefenvermehrung, die vorübergehend beinahe stillsteht, wenn der Schaum nicht mehr wächst. Es muß also eine physiologische Ursache mitspielen, wenn eine 80 Proz. Maltose enthaltende Maische bei reifem Hefenschaum auch nicht weiter vergoren ist als eine solche mit einem Maltosegehalt von 75 Proz. Die erste Tätigkeit der Hefe bis zum Reifezustand des Schaumes besteht demnach hauptsächlich in ihrer Vermehrung, bei der sie neben dem Zucker viel Eiweiß zur Bildung der neuen Zellen verbraucht. Das aber setzt entweder starke Atmungstätigkeit der Hefe oder Vorhandensein von Maltose und reichlichen Mengen bereits abgebauten Eiweißes voraus. Davon ist im Hefensatze wohl ein beträchtlicher Vorrat vorhanden; er reicht aber nicht aus, so daß das von der Malzpeptase wohl angegriffene, aber nicht weit genug abgebaute Eiweiß der süßen Maische durch die Atmung der Zelle noch weiter in Eiweißreste und Zucker gespalten werden muß. Solange die wachsende Kohlensäureentwickelung der mit in die Höhe genommenen Hefe gestattet, ihr Luftbedürfnis zu befriedigen, geschieht das auch.

Das wird aber gerade dann aufhören, wenn die Atmung nach dem Verbrauch des Vorrates an diffusiblem Eiweiß besonders einsetzen sollte, aber die mit Kohlensäure angefüllte Schaumdecke die Sauerstoffaufnahme unmöglich macht. Nun kommt der langsam einsetzende, vorübergehende Stillstand der Hefenvermehrung, der beginnt, wenn der Schaum nicht mehr wächst, dafür aber der in ihm vorhandenen und sich noch ansammelnden Hefe mit Hilfe der mitgerissenen Maischeteilchen und des Sauerstoffs der Luft das Ausreifen ermöglicht. Wir werden auch später sehen, wie die Abnahme des Schaumes die Hefenbildung wieder fördert. So ist die Schaumbildung bis zu bestimmter Höhe und die gleichzeitige Vergärung nicht direkt abhängig von dem wachsenden Maltosegehalt der süßen und angestellten Maische, sondern ist bedingt durch physiologische Vorgänge der sich dabei vollziehenden Hefenvermehrung. Den vergorenen Saccharometergraden entspricht bereits eine Alkoholmenge von 2,5 bis 3 Proz., die gewiß auch stark an dem eintretenden Stillstand des Wachstums des Hefenschaumes beteiligt ist. Wann ist nun der Bottich, d. h. der Hefenschaum, reif? Diese Frage läßt sich in einer für alle Fälle gültigen Regel nicht beantworten. Wohl aber kann neben den allgemein anerkannten, äußeren Begleiterscheinungen der Reifezustand durch das Mikroskop für jeden einzelnen Fall festgestellt werden. Zieht man dabei in Betracht, daß der Hefenschaum um so luftiger und höher wird, je mehr Roggen die Maische enthält, so dürfte ein Bottich als reif zum Schöpfen zu betrachten sein, wenn eine Probe unter dem Mikroskop möglichst gleich große, gut ausgebildete Zellen zeigt, was meist noch mit folgenden Erscheinungen zusammentrifft.

Der Hefenschaum steigt nicht mehr, wird aber zusehends feinblasiger, dicker und bekommt an der Oberfläche große Blasen, die sich mehr und mehr milchig trüben. Wird nun mit dem Thermometer kontrolliert, so wird auch Hand in Hand damit ein Stillstand der bisherigen Temperaturerhöhung gehen. Während des Ausreifungsstadiums nimmt die Temperatur der Maische nicht

zu; dieses spielt sich ja in dem Schaume bei Luftzufuhr ab, weshalb Fensteröffnungen bei den Gärbottichen großartig wirken. Fällt der Schaum schon, ehe die großen, trüben Blasen auftreten, dann ist meist in der Säurung oder in der sonstigen Vorarbeit etwas nicht in Ordnung. Es muß dann noch kurze Zeit gewartet werden, um zu sehen, ob nicht doch noch das Trübewerden der Blasen eintritt. Es kann auch der Fall vorkommen, daß der Schaum bereits dick und feinblasig ist, aber keine Neigung zeigt, zurückzufallen, was ein gutes Zeichen ist; dann heißt es auch nichts zu übereilen und etwas länger zu warten, bis das Fallen eintritt. Meist beginnt aber das Fallen, wenn die nahende Reife des Schaumes zu konstatieren ist. Ein reifer, zum Abnehmen bereiter Schaum riecht fast nicht mehr nach Kohlensäure und gibt deshalb beim Daraufblasen langsam nach. Es ist Sache des aufmerksamen Betriebsbeamten, hier die Augen offen zu halten, „nichts zu versäumen und nichts zu übereilen".

Selbst bei peinlichst genauer Arbeit wäre nichts verkehrter, als hier etwa nach der Vergärung oder einfach nach der verstrichenen Zeit urteilen zu wollen. Hier muß das geübte Auge des Leiters richtig ab- und zugeben. Unter dem Mikroskop findet er die Bestätigung seiner äußerlichen Begutachtung der Gärung; die meist einzeln vorliegenden Zellen müssen von ziemlich gleichmäßiger Größe sein. Bei normaler Gärung tritt dies ein mit dem Fallen des weißgewordenen, hülsenreinen und feinblasigen Schaumes, der kaum mehr nach Kohlensäure riecht und an seiner Oberfläche große, trübe Blasen trägt. Bei wilden Roggengärungen, die meist sehr hoch werden, bildet sich dieser Zustand langsam heraus, besonders bei ungenügender Säurung der Satzmaische. Auf jeden Fall muß ein dem hohen Schaum entsprechend stärkeres Fallen abgewartet werden.

Ein Fallen des Schaumes vor der Reife oder gar ein abwechselndes Fallen und Steigen desselben sind stets Zeichen eines unrichtigen Verlaufs der Gärung. Entweder liegt schlechte Verzuckerung oder schlechte Säurung vor. So viele Abarten des reifenden Schaumes bei der Empfindlichkeit der Hefe gegen die geringsten, technisch unvermeidbaren Schwankungen in der Arbeitsweise möglich sind: diese beiden Fälle treffen nur bei mangelhafter bis schlechter Vorarbeit zu. Normalerweise spielt sich die Schaumbildung so ab, daß die von Maische eingehüllten Kohlensäurebläschen emporsteigen, Hefe mit hoch nehmen und ihr so das Auswachsen und Reifen an der Luft ermöglichen. Der Schaum wird allmählich dichter und weißer, je mehr Hefe er enthält, und beginnt erst zusammenzufallen, wenn die nachlassende Kohlensäureentwickelung den Schaum mit den ihn beschwerenden, reifen Zellen nicht mehr zu halten vermag. Ein frühzeitiges Fallen vor der Reife ist ein Zeichen ungenügender Gärung, ein abwechselndes Steigen und Fallen des Schaumes ein Beweis erschwerter Hefentätigkeit. Der Hefenauftrieb, der den Schaum hervorruft, ist natürlich abhängig von der Konzentration und der Beschaffenheit der Maische. Ist sie zu konzentriert, dann wird die Kohlensäureentwickelung zu langsam einsetzen und nicht in der Lage sein, neben der Überwindung des Widerstandes der Maische noch die Hefe mit hochzunehmen. Ist aber ihr Extraktgehalt zu gering, dann entweicht die Kohlensäure zu rasch und nimmt die Hefe nicht mit nach oben. Als zweckmäßig hat sich nun eine Saccharometeranzeige von 10 bis 11° erwiesen, die gleichzeitig bei der Gärung noch genügend Alkohol zur Zähmung der vorhandenen Spaltpilze verspricht. Von großem Einfluß auf die Hefenentwickelung bzw. Schaumbildung wird natürlich die Verzuckerung und der Grad der peptatischen Eiweißzersetzung sein. Je größer der

Dextringehalt ist, desto zäher werden die Maischen und desto mehr hemmen sie den Hefenauftrieb; desto schlechter ist auch die Hefenernährung während der Hauptgärung, bei der die Hefe nicht Zeit hat abzuwarten, bis die noch vorhandene Diastase das Dextrin in Maltose übergeführt hat. Der Hefenauftrieb wird natürlich auch von der Art der vorhandenen Proteïne beeinflußt. Je mehr diese noch der Urform nahestehen, desto mehr werden sie den Hefenauftrieb zu hemmen vermögen und für die Hefenbildung wertlos sein. Wir müssen deshalb mit dem Hefensatze, der den Eiweißabbau, den Begleiter der Milchsäurebildung, durchgemacht hat, recht viel niedere Eiweißformen in die süße Maische und damit in die Hauptmaische bringen, so daß für den ersten Tatendrang der Hefenzellen genügend Material zum Aufbau der neuen Glieder vorhanden ist, bis die mit dem vergorenen Satz hereingekommenen Milchsäurestäbchen, wohl selbst untätig, durch ihren Enzymgehalt den peptatischen Abbau der höheren Proteïne unterstützen. Wohl rufen sie dabei die bekannte, unvermeidbare Nachsäuerung hervor, leisten aber gleichzeitig noch positive Arbeit für die Hefe. Da die Hauptsäurezunahme während der Gärung schon vorliegt, wenn der Bottich reif ist, so steht sie auch sicher im Zusammenhang mit der Hefenbildung bzw. mit dem Eiweißabbau. An diesem ist bei Schlempeverarbeitung noch die darin enthaltene Milchsäure beteiligt, da dabei mehr Hefe und Alkohol gewonnen werden, als der Zufuhr von Eiweiß und Kohlenhydraten durch die Schlempe entspricht. Von großem Einfluß auf die günstige Beschaffenheit der gärenden Maische für den Hefenauftrieb ist auch der Umstand, daß die Diastase des Malzes der süßen Maische ungeschwächt vorhanden ist, deren enzymatische Tätigkeit das Dextrin langsam hydrolysieren und in die leicht lösliche Maltose überführen muß. Bei eiweißreichen Maischen ist deshalb auch ein höherer Säuregrad des Satzes nötig, der neben seinen Erregern noch in der Hauptmaische auf den Eiweißabbau fördernd wirkt. Der Schwefelsäurezusatz ist bloß von bakterientötender Wirkung, durch die die Milchsäure in der Hauptmaische teilweise für Unterstützung der Peptase entlastet wird. Als besonders vorteilhaft erweisen sich deshalb auch im alten Verfahren hohe Malzgaben zu der süßen Maische, was der Verfasser schon darlegte; sie lohnen sich doppelt und dreifach allein mit ihrer großen Zufuhr an peptatisch-diastatischen Kräften. Besonders ist dann mehr Malz nötig, wenn kein Mais, sondern nur Roggen allein oder mit Buchweizen verwendet wird. In diesem Fall muß ein hoher Säuregrad des Satzes mit einer Malzgabe von 30 bis 35 Proz. Hand in Hand gehen, damit die wilden, schlecht reifenden Gärungen, die infolge des hohen, jedoch schlecht abgebauten Eiweißgehaltes viel Maischteilchen mit sich hochnehmen, vermieden werden und an ihre Stelle ein niederer, besser reifender Schaum tritt. Je höher der Schaum, desto schwieriger ist der Luftzutritt zu den inneren Teilen desselben, die dann ihre Kohlensäure schwer gegen Luft austauschen können.

Sind die Gärungen ungewöhnlich hoch, dann sind die Maischen auch meist zäh und schleimig. Deshalb nehmen die Kohlensäurebläschen viel Maische mit nach oben, die aber den darin verteilten Zellen nicht als Nahrung dienen kann. Im Gegenteil, sie schließt sie von der Luft über dem Schaume noch ab, weshalb hohe, wilde Gärungen schlecht ausreifen und wenig Hefe geben!

Dagegen liefern Gärungen, deren Hefenschaum etwa 20 bis 25 cm hoch wird, fast immer gute Hefenausbeuten; der Austausch der luftgesättigten Zellen zwischen dem Schaum und der gärenden Maische geht, ebenso wie die

Ausreifung der im Schaum am Ende des ersten Auftriebs enthaltenen Zellen leichter vor sich. Die Beschaffenheit der Hauptmaische muß eben infolge guter Verzuckerung und Säurung bei den Vorarbeiten derart sein, daß die Kohlensäure, die die Hefe nach oben nimmt, leicht genug entweichen und Luft dafür eintreten kann.

Oft kommt es vor, daß selbst stark saure Maischen wilde, hohe Gärungen geben; dann ist eine unreine Säurung in der Satzmaische vor sich gegangen, bei der neben Milchsäure noch Essigsäure sich bildet (s. wilde „Milchsäurebakterien"), die nicht proteolytisch, sondern koagulierend und in geringen Mengen zum mindesten hemmend auf den Eiweißabbau wirkt. Die Folge davon ist erstens eine außerordentlich schlechte Hefenernährung, die noch durch die Wirkung der fremden Säure auf die Hefe erhöht ist; zweitens auch — es finden sich sehr wenig und schlecht ausgebildete leichte Hefenzellen im Schaum — kann im alten Verfahren die Hefe unter solchen Umständen sogar zum Flocken neigen (s. weiter oben unter „Flockenbildung"), weil das Eiweiß in nicht diffusibler Form die Zellwand umlagert, die Zellen zusammenklebt und in der Maische zurückhält. Man sieht dann bei wilden Gärungen, die wenig und schlecht ausgebildete Zellen im Schaume aufweisen, in der Maische desto mehr Sproßverbände, die aber, weil sie zu großen Verbänden zusammenhängen, dem Auftrieb durch die Kohlensäure trotzen und, so an der Arbeit gehindert, schlechte Vergärung und Hefenausbeute ergeben. Man vergesse nie, daß die Titration nur die Menge der Säure, nicht ihre Qualität angibt und daß für unsere Zwecke nur Milchsäure in Frage kommt, unterstützt durch geringe Mengen von Schwefelsäure.

Einen ähnlichen Mißstand kann man feststellen, wenn der vergorene Satz unreif genommen wird. Die noch im Wachsen begriffenen Zellen fangen in der Hauptmaische sofort an weiter zu wachsen, ohne selbst genügend und kräftig ausgewachsen zu sein. Das Resultat ist anfänglich eine starke Entwickelung leichten Schaumes, der, ohne auszureifen, früher als normal fällt. Also nur reife Satzmaische und lieber im Zweifelsfall, den das Mikroskop doch leicht aufklären kann, etwas überreifen Satz verwenden; die Angärung läßt dann etwas auf sich warten, wächst aber dann doch noch zu schöner Gärung aus.

Daß eine mangelhaft gesäuerte Hefenmaische für die Erzielung einer kräftigen Hefe im gärenden Satz und in der Hauptmaische durchaus untauglich sein muß, ist nach all dem, was darüber früher gesagt ist, klar. Was im Satze und in der süßen Maische versäumt oder vernachlässigt wird, läßt sich durch keine Mittel während der Arbeit wieder gut machen; das bewirken auch nicht die in diesem Falle sinnlosen besonderen Schwefelsäuregaben zur Hauptmaische, obwohl sie ein nicht unbeliebtes Mittel mancher Hefenkünstler sind.

In manchen Betrieben wird bei Verarbeitung von viel Mais über zu baldiges Zurückfallen des unreifen Schaumes geklagt. Das ist die natürliche Folge davon, daß dabei meistens an Malz und Roggen gespart wird, also in der Hauptmaische wohl viel Kohlenhydrate aber zu wenig Proteïne vorhanden sind.

c) Der Verlauf der Gärung mit Lüftung.

In manchen Betrieben, die heute noch große Jahreserzeugungen an Hefe nach dem alten Verfahren herstellen, hat man versucht, für dieses Verfahren die Lüftung in einem solchen Maße heranzuziehen, daß dadurch der Charakter der Hefe, des gewonnenen Alkohols und der Gärung überhaupt nicht berührt

wird, natürlich ein guter Gedanke, dem aber physiologische Tatsachen im Wege stehen. Es ist von vornherein anzunehmen, daß jede direkte Luftzuführung in die gärende Maische für die tätige Hefe andere Lebensbedingungen gegenüber der oben beschriebenen Gärungsführung schafft. Es ist aber weiterhin klar, daß die Lüftung auf die Hefenvermehrung einwirken muß, und zwar so, daß dabei die gewonnene Hefe etwas vom Charakter der Hefe des alten Verfahrens einbüßt. Das beweist der mikroskopische Vergleich zweier Hefen, von denen die eine nach dem alten Verfahren mit Lüftung, die andere ohne sie gewonnen wurde. Form und Inhalt der Zellen zeigen kleine Veränderungen. Die Zellen sind mehr oval statt rundlich und ihr Plasma erscheint weniger griesig. Natürlich sind das Erscheinungen, die mit dem Grade der Lüftung wechseln. Schon geringe Mengen in die Hauptmaische eingeblasener Luft machen sich in der Ausbeute bemerkbar. Wenn gelüftet wird, so fängt man schon damit an, wenn der vergorene Satz in die Maische gelassen ist, und besorgt auf diese Weise die gründliche Durchmischung. Zur Durchführung der Lüftung bedarf man eines Kompressors, der die Preßluft liefert, und einer in der Höhe über oder neben den Gärbottichen liegenden Hauptluftleitung, an der für jeden Bottich ein Stutzen angebracht ist, der einen Hahn mit Schlauchverschraubung trägt. Mit diesem kann vermittelst eines Schlauches ein Luftverteilungskörper verbunden werden, der der Bodenfläche des Gärbottichs angemessen ist und meist aus sternförmig und horizontal angeordneten Röhren besteht, die in der Mitte in ein senkrecht zu ihnen einlaufendes Zuleitungsrohr zusammenlaufen und mit kleinen Löchern versehen sind. Teilweise werden auch Drehkreuze benutzt, die sich durch den Rückstoß der austretenden Luft in einer Verschraubung horizontal bewegen.

Der Luftverteilungskörper wird also mit dem Hahn des Hauptluftrohres verbunden und in die gärende Maische eingelassen. Die Luftzufuhr muß so reguliert werden, daß sie, solange es sich um das Mischen der Hauptmaische handelt, stark genug ist, um dies gründlich zu bewirken. Wenn dies erreicht ist, wird sie so klein gehalten, daß die Maische gerade nicht mehr zur Ruhe kommt und keine Decke sich bilden kann. In vielen Betrieben wird auf diese Weise leicht belüftet, bis die 2 bis 4 Stunden der Angärung vorüber sind, nach denen sonst diese erst die angesammelte Decke zerreißen, sprengen und wieder verteilen muß. Man läßt also nach dem Mischen so wenig Luft eintreten, daß die Decke sich nicht bilden kann, und bricht mit dem Lüften ab, wenn die Gärung schon so im Gange ist, daß die Deckenbildung unmöglich ist. Verfasser konnte mit dieser geringen Lüftung in einzelnen Versuchen schon 15 bis 16 Proz. Hefe erhalten, ohne die Alkoholausbeute zu beeinflussen. In vielen Betrieben, besonders in den Großbetrieben des alten Verfahrens im Auslande, wird noch schwach weiter gelüftet, bis etwa 8 Stunden vom Beginn des Mischens der Maische an vergangen sind, und zwar mit etwa 2 bis 4 cbm Luft pro Stunde und 100 kg Rohstoff; dann wird der Luftverteiler aus der Maische gehoben und die Gärung sich selbst überlassen. Allmählich hat sich schon während dieser Zeit ein dichter Schaum gebildet, der nun nach Einstellen der Lüftung sich rasch vermehrt und selten höher als 20 cm wird, dabei aber sehr feinblasig und schwer erscheint infolge der durch die schwache Lüftung etwas angeregten Hefenvermehrung. Der Erfolg der Lüftung tritt nicht gleich das erste Mal ein, ein Beweis, daß es sich um eine physiologische Charakteränderung der Hefe handelt, wie auch z. B. die Hefe des alten Ver-

fahrens als Stellhefe für das Lüftungsverfahren nicht gleich die hohen Ausbeuten gibt. Voraussetzung für die Anwendung der Lüftung im alten Verfahren ist jedoch eine tadellose Vorarbeit; besonders verlangt sie ein stark gesäuertes, konzentriertes Hefengut, das genügend Milchsäure und deshalb kräftig ausgebildete, mit Reservestoffen beladene Hefe in die Hauptgärung bringt und überdies ihr eine größere Menge durch die Milchsäurebildung abgebauter Eiweißstoffe zuführt. Außerdem darf die angestellte Maische gut 11° Balling zeigen, damit gegen die mit der Lüftung wachsende Gefahr des Aufkommens unerwünschter Spaltpilze neben der Schutzwirkung der Milchsäure und Schwefelsäure noch diejenige von größeren Alkoholmengen erzielt werden kann.

Besonders wird in diesen Betrieben auf die Verarbeitung von sehr gutem Material gesehen und meist z. B. Malz aus schwerer Gerste genommen. Auch wird besondere Sorgfalt auf die Reinigung des Getreides gelegt, die in diesem Falle natürlich sehr angebracht ist, wo die stete Vertreibung der Kohlensäure auch anderen Pilzen und Mikroorganismen das Leben angenehmer gestaltet.

Es werden mit dieser Lüftung im alten Verfahren bei ausgezeichnetem Material bis zu 18 Proz. Hefe und 30 bis 31 Proz. Alkohol gezogen. Die Atmung der Hefe, die Eiweißspaltung bedeutet, wird durch die geringe Lüftung angeregt und bringt durch regere Ausnutzung des vorhandenen Eiweißes die Möglichkeit der stärkeren Hefenbildung mit sich. Aber, wie schon erwähnt, Hefe und Alkohol ändern sich dabei etwas zu ungunsten gegenüber der Arbeit ohne Lüftung. Da die Bildung der Verunreinigungen des Rohspiritus mit dem Eiweißzerfall bei der Aufnahme durch die Hefe zusammenhängt, wird der erhaltene Rohspiritus an Qualität etwas geringer. Sein Fuselölgehalt nimmt zu, wie auch natürlich der an Aldehyd wächst. Durch besonders hochprozentige Abtreibung des Alkohols im Brennapparat kann dieser Mißstand, wenigstens in bezug auf den Gehalt an Fuselölen wieder etwas ausgeglichen werden. Die Hefe selbst ändert sich aber auch in ihrem Bilde unter dem Mikroskop und auch in ihrem äußerlichen Verhalten, jedoch ohne an Qualität und Haltbarkeit nennenswert einzubüßen. Der Geruch der erhaltenen Hefe ist nicht mehr so rein und angenehm aromatisch, wie er sonst die Hefe nach altem Verfahren auszeichnet; auch die Triebkraft bewegt sich häufig nur noch in der Nähe der früheren Zahlen. Doch ist die Hefe natürlich gegenüber der modernen Lufthefe an Qualität und besonders an Triebkraft überlegen und steht dieser an Haltbarkeit gleich. Angesichts der hohen Ausbeute an Spiritus und Hefe ist es verständlich, daß ausländische Betriebe ihre teilweise hohen Kontingente und Spirituserzeugungen noch nach dem alten Verfahren abarbeiten, besonders wenn, wie z. B. in Frankreich und anderen Staaten, die Alkoholerzeugung nicht in gesetzlichen Schranken festgelegt ist. Den hohen Ausbeuten des modernen Lüftungsverfahrens gegenüber allerdings kann es in bezug auf Rentabilität nicht aufkommen. Gegenüber Hefenausbeuten aber von nur 30 Proz. im Lüftungsverfahren dürfte es ziemlich gleichwertig sein, besonders wenn die günstige Lage der Fabrik billiges und gutes Getreide zu kaufen gestattet. Für die deutschen Verhältnisse ist das alte Verfahren für den Großbetrieb ausgeschlossen wegen der großen der Hefenausbeute gegenüber stehenden Alkoholproduktion, die ja steuertechnisch beschränkt ist. Ob kleine landwirtschaftliche Hefenbrennereien durch Anwendung der Lüftung im alten Verfahren wieder mit Nutzen zur Hefenerzeugung übergehen können,

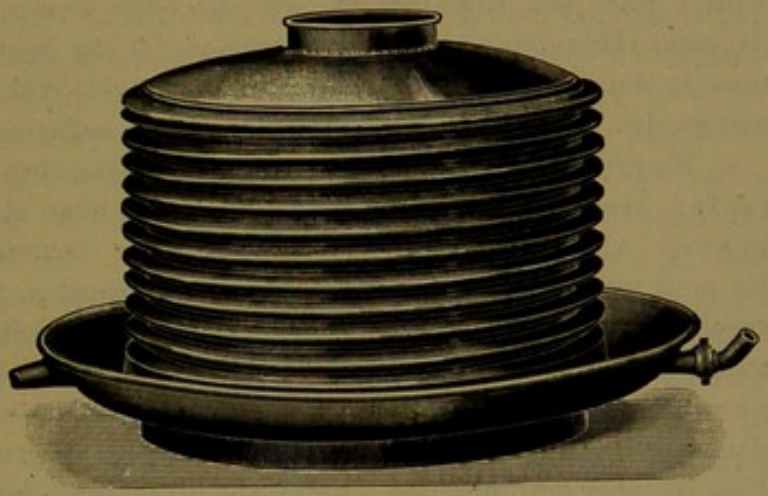
ist eine andere Frage und nicht direkt zu verneinen. — Bemerkt sei noch, daß bei Anwendung der Lüftung die Anstelltemperatur etwas tiefer genommen werden muß. Ist also nach 12 Stunden etwa der nach der achtstündigen oder kürzeren Lüftung entstandene Schaum zur Abnahme reif, wofür die gleichen Grundsätze gelten wie bei der Arbeit ohne Lüftung, so wird zur Abnahme der Hefe geschritten. Der Verfasser möchte noch kurz erwähnen, daß er als Stellhefe für das Lüftungsverfahren die Hefe aus altem Verfahren ohne Lüftung vorzieht, die im eigenen Verfahren weniger schnell zur Degeneration neigt und auch im eigentlichen Lüftungsverfahren sich besser einarbeitet und länger führen läßt.

4. Die Gewinnung der Hefe.

a) Das Abschöpfen.

Um das Allgemeine hierüber vorweg zu nehmen, so sei hier kurz gesagt, daß es sich beim Abschöpfen darum handelt, den gebildeten Hefenschaum möglichst rein von Maischteilchen zu gewinnen. Dies wird erleichtert, wenn der Hefenschaum richtig reif zur Abnahme kommt und deshalb der in ihm enthaltene geringe Anteil der hochgehobenen Maische verarbeitet ist. Aber selbst bei bester Reife sind noch geringe Mengen davon vorhanden, so daß die Hefe bei der $31^1/_4$ bis 32° betragenden Temperatur der Maische, die der Hefenschaum allerdings infolge der Luftkühlung nur gegen die Maischoberfläche zu hat, noch weiter arbeiten könnte, wenn sie sich etwas erholt hätte. Das muß aber aus Rücksicht auf ihre Gewinnung als haltbare Ware und zur Vermeidung autolytischer Vorgänge vermieden werden. Dies geschieht, indem man entweder die abgenommene Hefe über einen guten Kühler in die Sammelgrube oder in eine entsprechend große Menge kalten Wassers laufen läßt, das dann stets wieder von Zeit zu Zeit erneuert werden muß, wenn das erste Wasser durch die warme Hefe zu sehr angewärmt ist. Für Großbetriebe eignet sich am besten die Kühlung der Hefe durch einen intensiv wirkenden Kühler auf eine Temperatur, die sie völlig zur Ruhe bringt. Dazu empfiehlt sich ein Kühler obenstehender Form (Fig. 167), bei dem die Hefe oben auffließt und, sich aus den Löchern des Kranzes, die entsprechend groß sein müssen, gleichmäßig verteilend, über die beckenartig angeordneten Rillen langsam nach unten gelangt. Die Hefe kann so leicht auf 20° abgekühlt werden. Natürlich können für diesen Zweck auch andere, aber keinesfalls geschlossene Kühler in Frage kommen. Denn die Fläche, über die die Hefe fließt, muß leicht und übersichtlich zu reinigen sein, weshalb gerade dieser Kühler sich zu dem Zwecke gut eignet. Wenn es früher teilweise üblich war, zu der abgeschöpften Hefe gleich kaltes Wasser fließen

Fig. 167.



Kühler für abgeschöpfte Hefe.

zu lassen, damit sie nicht überreif werde, und andere das vermieden, um die Hefe noch etwas ausreifen zu lassen, so mögen beide Methoden für den speziellen Fall richtig gewesen sein. Ist die Hefe im Bottich bereits überreif oder stammt sie aus einer recht warm gewordenen Gärung, dann allerdings war der direkte Wasserzulauf am Platze; war der Bottich zu unreif genommen, dann war es nicht ganz unzweckmäßig, die Hefe ohne Abkühlung durch Wasser nachreifen zu lassen. Es war aber trotzdem ein Fehler, weil die Ausreifung des Schaumes im Bottich übersehen werden kann, aber nicht mehr auf dem Wege zur Sammelgrube, so daß sehr leicht ein sehr weitgehendes Reifen, ein Überreifen mit seinen schädlichen Folgen eintreten kann. Wenn der im vorigen Abschnitt oft wiederholte Grundsatz, an dem eben festzuhalten ist, stets zur Anwendung gelangt, dann kommt nur reife Hefe zum Abschöpfen, für die es dann gut ist, wenn sie schnellstens auf eine Temperatur gekühlt wird, die sie untätig macht. Man kann ja diesen Zweck auch durch Einlaufenlassen in kaltes Wasser erreichen, muß aber dabei die Hefe unnötig verdünnen, was schwer gleichmäßig zu machen ist, so daß wohl die zuerst einlaufende, nicht mehr aber die später abgeschöpfte Hefe rasch abgekühlt wird. Für den Kleinbetrieb, wo ein oder zwei, zeitlich weit auseinander liegende Gärungen in Betracht kommen, ist die Sache eher zu machen, indem man in den Hefensammelbehälter gleich so viel Wasser gibt, daß es die Hauptmenge der ersten zwei Stunden etwa sicher aufnehmen und abkühlen kann.

Empfehlen möchte der Verfasser nur die oben erwähnte Kühlung des reifen Hefenschaumes, indem man ihn über einen leicht zu reinigenden, intensiv wirkenden Kühler (s. oben) in die Sammelgrube hineinlaufen läßt. Es muß unter allen Umständen vermieden werden, daß die Hefe in Temperaturen zur Reinigung, Siebung, gelangt, die eine Weiterarbeit derselben hervorrufen könnten. Wenn einerseits der Grundsatz aufgestellt werden muß, daß nur reife Hefe zum Schöpfen kommt, dann ist die nächste logische Folgerung daraus die, daß man so schnell wie möglich die reife Hefe zur Ruhe bringt. Das ist aber nur möglich, wenn sie direkt auf den Kühler läuft und schon mindestens mit 20° in die Sammelgrube kommt. Besser ist es natürlich, sie noch tiefer auf etwa 15 bis 17° abzukühlen, aber nicht unbedingt nötig, da die Hefe ja nach dem Sieben noch in kaltes Wasser kommt.

Sicher ist, daß manche von der Gärung her gesunde Hefe dadurch mangelhaft wird, daß sie zu lange bei den hohen Temperaturen verweilen muß und dabei nicht genügend Nährstoff findet, so daß autolytische Vorgänge einsetzen, die das Verderben einzelner Zellen bedeuten. Es ist klar, daß in der Fabrikation wohl einzelne Phasen als besonders wichtig und ausschlaggebend für die Erzielung guter Hefe hingestellt werden, und mit Recht; ebenso klar ist aber auch, daß das Endresultat durchaus von der Sammelwirkung aller Faktoren abhängig ist und also auch die weniger wichtig erscheinenden Manipulationen mit der größten Peinlichkeit besorgt werden müssen. Man darf eben den Tag nicht vor dem Abend loben und die schönste Gärung nicht, ehe sie die ganze Fabrikation bis zur fertigen Hefe durchlaufen hat. Sicher ist, daß eine aus unreiner Säurung und schlecht verzuckerter Maische oder aus kranker Stellhefe stammende Hefe durch besonders tiefe Kühlung beim Abschöpfen nicht mehr gesunder wird; sicher ist aber auch, daß nirgends in der Fabrikation vergessen werden darf, daß auch die gesundeste Hefe unter unzweckmäßigen Verhältnissen leiden muß. Die Überreife bedeutet jedenfalls außerhalb der Gärung für die

abgeschöpfte Hefe einen Reiz zu Zersetzungsvorgängen des Plasmas: Aufsaugung des Zelleiweißes nach seiner peptatischen Zersetzung und Austritt der nun diffusibelen Masse durch die vom Plasma nicht mehr gespannte, einschrumpfende Zellhaut.

Die Kühlung der abgeschöpften, reifen Hefe mit einem intensiv wirkenden Kühler ist das beste Mittel, all diesen Fährlichkeiten aus dem Wege zu gehen, die auch mit dem Vermischen mit Wasser nicht vermieden werden können.

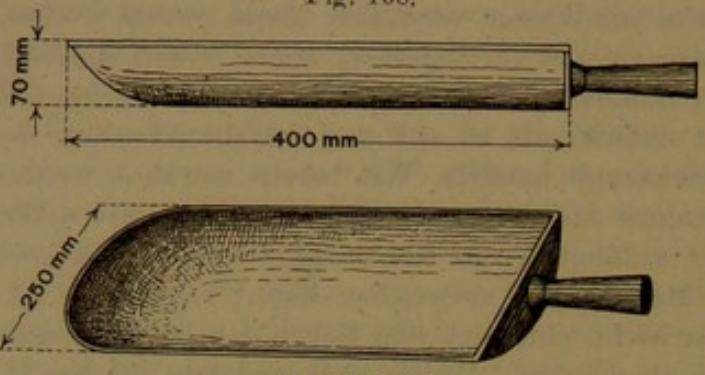
Aber abgesehen davon, bedeutet das Vermischen mit Wasser zwecks Kühlung nur eine Vermehrung der Arbeit des Siebens. Statt der reinen, abgeschöpften Hefe muß die ganze mit Wasser verdünnte Masse gesiebt werden, was eine beträchtliche Erschwerung und Verlängerung dieser Arbeit darstellt.

Was nun die Art des Abschöpfens und Gewinnens des Hefenschaumes anlangt, so ist diese insoweit einfach, als es sich nur um die Abnahme des über der Maische stehenden Schaumes handelt. Wie bereits erwähnt, werden auf die Gärbottiche zur Aufnahme des steigenden Hefenschaumes erst später Blechkränze aufgesetzt, damit anfänglich die Kohlensäure von der ziemlich tief liegenden Oberfläche der Maische gut entweichen kann; nach ihrer Abnahme kann aber der Arbeiter leicht, ohne sich sehr tief in den Bottich neigen zu müssen, den Hefenschaum abschöpfen. Weiter aber gestatten die Kränze eine leichte und bequeme Gewinnung des Schaumes. Abgenommen wird der Schaum an einer der Schmalseiten des Bottichs. Der Blechkranz erhält an dieser Seite einen einfachen Blechschieber, der, wenn die Abnahme des reifen Schaumes beginnt, einfach hochgezogen wird und langsam den Schaum bis zum Bottichrand auslaufen läßt. Die Art des Ausfließens des Schaumes läßt schon einen Schluß auf die Hefenausbeute zu: fällt er rasch zusammen, dann bildet er eine schwach milchig getrübte Flüssigkeit, die mit ziemlich viel Maischteilchen durchsetzt ist und wenig Hefe enthält. Bleibt er eine Zeitlang fest, wie zu Schaum geschlagenes Eiweiß, dann fließt er schwerfällig aus, bewegt sich langsam im Kanal und fällt allmählich zu einer sehr hefenreichen, milchigen, wenig Maischteilchen enthaltenden Flüssigkeit zusammen. Vor den Gärbottichen zieht meist ein hölzerner Kanal oder besser eine kupferne Rinne mit Gefälle zu dem Sammelbehälter der abgeschöpften Hefe vorbei. In diesem Falle wird nun zwischen den Blechkranz mit dem Schieber und die Bottichwand ein Stück Kupferblech eingehängt, das an den beiden Längsseiten einen Rand hat und bis in die Kupferrinne reicht. Beim langsamen Hochziehen des Schiebers im Blechkranz läuft nun der Hefenschaum von selbst in die Rinne, bis er den Bottichrand erreicht hat. In manchen Betrieben zieht der Sammelkanal aus Holz oder Kupfer über den Gärbottichen hinweg zum Hefensammelbehälter.

Dann muß gleich von Anfang an geschöpft und in dem Maße, als sich die Gärung tiefer abschöpft, der Hefenschaum entsprechend hochgehoben werden, was keine Vereinfachung bedeutet. Wo irgend angängig sollte die Sammelrinne vor den Bottichen liegen, so daß die abgeschöpfte Hefe über das am Bottichrand eingehängte Kupferblech in sie abläuft. Auch sollten Holzkanäle, die nur eckig erstellt werden können und deshalb schwer rein zu halten sind, vermieden werden. Halbrunde, leicht sauber zu haltende, vielleicht verzinnte Kupferrinnen bedeuten eine einmalige größere Ausgabe, halten aber sehr lange und wiegen wegen der durch sie möglichen Reinlichkeit der Hefenleitung die Kosten schon etwas auf. Die Möglichkeit der Reinhaltung ist ein

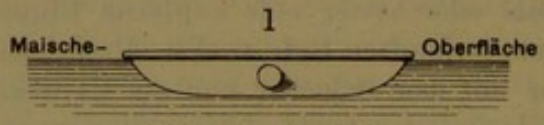
unschätzbarer Vorteil für unsere Fabrikation, der schon bei der Anschaffung eines Gerätes Geld wert ist. Ist der Hefenschaum durch den Schieber bis zum Bottichrand abgelaufen oder bei hochgelegtem Hefensammelkanal so weit abgehoben, dann heißt es den Hefenschaum weiter mit geeigneten Geräten wegnehmen, und zwar um so vorsichtiger, je mehr man sich der Maischoberfläche nähert, um keine Maische mit abzuschöpfen. Die zum Abschöpfen dienenden Löffel wählt man jetzt zweckmäßigerweise aus Aluminium, um sie recht leicht zu machen, und wählt sie in bezug auf die Wölbung des Löffels recht flach, nach Fig. 168, etwa 400 mm lang und 70, höchstens 100 mm tief bei 200 bis 250 mm Breite. — Die Grundregel beim Hefenabschöpfen liegt eigentlich im Worte selbst. Diese Manipulation bezweckt die Trennung der Hefe von der Maische, die ja an und für sich bei bestem Abschöpfen nur unvollkommen sein kann, da die auftreibende Hefe stets Maischteilchen mit in die Höhe bringt. Man führe — das ist sehr wichtig — den Löffel durchaus horizontal über die Maische und neige ihn ja nicht mit der einen Längsseite gegen sie, in welchem Falle stets Maische mit in den Löffel läuft (Fig. 169). Ist nun der Hefenschaum so weit mit dem Löffel abgeschöpft, als es möglich ist, ohne Maische mit zu schöpfen, so benutzt man ein dünnes elastisches, etwa 5 bis 7 mm dickes, 100 bis 150 mm breites und so langes Brettchen, daß es gegen die Schmalseite des Gärbottichs, auf der abgeschöpft wird, sich einklemmen läßt. Mit diesem sogenannten „Streichbrett“ fährt man nun, es der Länge nach etwas in die Maische eintauchend, über die Maischoberfläche, nimmt den Hefenschaum mit und zieht ihn so gegen die Abschöpfstelle zusammen, um ihn zwischen der festgeklemmten Streichlatte (wie das Streichbrett auch genannt wird) und dem Bottichrand abzuschöpfen, wo der so zusammengezogene Hefenschaum eine höhere Schicht bildet. Das setzt man so lange fort, als genügend Hefenschaum sich beiziehen und ohne Maische abschöpfen läßt. Jedenfalls aber keine Maische mit abschöpfen, was man ja sofort an dem Gewichte des vollen Löffels merkt, da der Hefenschaum sehr leicht ist. Die Hefe muß wohl später noch abgesiebt und gewaschen werden; aber je reiner die Hefe abgeschöpft wird, desto weniger braucht man Waschwasser, und jedes Waschwasser bedeutet eine kleine Schwächung ihrer Triebkraft. Man bedenke ferner, daß die mit abgeschöpfte Maische auch Alkohol enthält, also auf diese Weise Verluste daran entstehen können, weil nicht alle Waschwasser alkoholhaltig genug sind, um auf Spiritus abgebrannt zu werden, besonders aber, weil die Maische ja beim Abnehmen der Hefe noch nicht ganz vergoren ist. Man schöpft

Fig. 168.

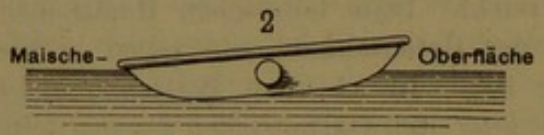


Abschöpflöffel.

Fig. 169.



Richtiges Abschöpfen.



Falsches Abschöpfen.

also mit der Maische auch unvergorenen Zucker mit ab, der im Waschwasser Anlaß zu einem Versuch der Hefe geben kann, ihre Tätigkeit trotz der Abkühlung wieder zu beginnen. Diese mit der Hefe abgeschöpfte Maische enthält aber auch Dextrine und Eiweißstoffe, die, nicht genügend ausgewaschen, ein schlechtes Pressen der Hefe und damit das Verderben der sonst guten Hefe verursachen. Ist mit der Streichlatte eine zum Abschöpfen genügende Menge Hefenschaum nicht mehr zu haben, dann tritt die Frage an uns heran, wie die in der Maische noch vorhandene Hefe herauszubekommen ist. Die einen ziehen das „periodische" Schöpfen vor, was darin besteht, daß man, wenn augenblicklich keine Hefe mehr zum Abschöpfen sich zeigt, die Maische stehen läßt, bis wieder genügend Hefe aufgetrieben ist und als Schaum weggenommen werden kann. Mit der Reife des Bottichs ist ja die eigentliche Hefenbildung ziemlich beendet und fast die ganze Hefe in den Schaum aufgetrieben; ein Teil der Hefe bleibt aber, wenn beim Reifen des Schaumes die Kohlensäureentwickelung nachläßt, in der Maische zurück und wird erst mit der nach der Abnahme des Schaumes sich langsam wieder steigernden Kohlensäureentwickelung hochgetrieben. Das Abschöpfen, so sorgfältig es nur auf die Hefe abzielt, bringt doch die Maische in Bewegung und damit die Kohlensäure leichter zum Entweichen. So wartet man beim periodischen Schöpfen, bis von Zeit zu Zeit wieder Hefe sich zeigt. Das fortwährende „kontinuierliche" Schöpfen besteht seinem Namen nach darin, daß versucht wird, andauernd Hefe auch in kleinsten Mengen zu entnehmen, und wird dann natürlich zwecklos, wenn die Hefenbildung nicht anderweitig angeregt wird. Nun ist aber gar kein Zweifel, daß das periodische Schöpfen Verlust bedeutet. Theoretisch müßte ja alle Hefe an die Oberfläche getrieben werden; die langsamer werdende Kohlensäureentwickelung kann es aber nicht verhindern, daß in der ruhig stehenden Maische die Treber und Hülsen Hefenzellen mit zu Boden reißen, von wo sie allerdings, weiter tätig, wenn genügend Kohlensäure gebildet ist, mit einem Teil der Treberteile von Zeit zu Zeit nach oben geschleudert werden. Man überlege nur, daß mit der Reife des Hefenschaumes die Hauptmenge Maltose vergoren ist und nun die nachwirkende Kraft (s. u. Diastase) der Diastase des Malzes in Tätigkeit treten muß, um das Dextrin in Maltose überzuführen und vergärungsfähig zu machen. Das periodische Schöpfen wird also selbst bei bester Arbeit in der Fabrikation Verlust bedeuten, weil unter diesen Umständen, wenn erst noch die Maltosebildung aus Dextrin vor sich gehen soll, sicher Hefenzellen nicht nach oben gelangen, sich mit Luft sättigen und wieder weiter wachsen oder ausreifen können. Der Verfasser übt deshalb das periodische Schöpfen nicht, sondern versucht, der zurückgehaltenen Hefe zum Auftrieb zu verhelfen. Und zwar geschieht das einfach dadurch, daß man mit einer Krücke, wie sie zum Mischen der Hauptmaische beschrieben ist, in der Maische rührt, um die Kohlensäure zu entfernen, und — last not least — der in der durchgerührten Maische verteilten Hefe eine Lüftung zu ermöglichen, die ihr in dem ungünstig gewordenen langsam Maltose nachliefernden Medium auch durchaus nötig ist, wenn sie außer der langsamen Vergärung noch ihre Vermehrungstätigkeit ausüben soll. Dieses Aufrühren lohnt sich und bringt durchaus nicht die Gefahr mit sich, nur unreife Hefe zu bekommen; man braucht bloß das Mikroskop zu Hilfe zu nehmen, um zu sehen, daß eine große Menge Hefe auf diese Weise zum Vorschein kommt, von der nur ein kleiner Teil beim periodischen Schöpfen sich gewinnen läßt.

Es ist eben die mit der Rührwirkung verbundene Lüftung der Maische, die hier günstig wirkt und, soweit es möglich ist, die vorhandene Hefe zur Arbeitsleistung anregt. Man soll auch nach dem Durchrühren Hefe nur abschöpfen, wenn sie in genügender Menge sich zeigt. Man kann aber so mindestens 8 Stunden lang vom Beginn des Schöpfens an ganz gut Hefe herausholen; nach 4 Stunden wird man allerdings nicht mehr fortwährend rühren, sondern in immer größeren Zwischenräumen, bis nach 8 bis 9 Stunden selbst mit $^1/_2$stündlicher Pause nichts mehr sich zeigt. Und was an weißem Schaum zu Tage tritt und, ohne Maische mitzunehmen, nicht abgeschöpft werden kann, das lasse man lieber drinnen in der Maische, die ja noch Hefe braucht, um die Dextrine ganz (wenn sie allmählich in Maltose übergeführt sind) zu vergären. Wird der Bottich mit 10 bis 11° Balling angestellt und ist auf 3,5° Balling bei der Reife des Hefenschaumes vergoren, so können schon 3,5 bis 4 Proz. Alkohol in der Maische sein, die natürlich die Hefenentwickelung etwas hemmen. Wo eine Lüftung der Maische vorgenommen wird, kann sie hier gut helfen, die Hefe möglichst herauszuholen, wenn der eigene Auftrieb der Maische sie nicht mehr hochbringt. Man läßt dann, wenn mit Streichbrett und Krücke nichts mehr gewonnen wird, langsam Luft durch die Gärung, die natürlich die Hefenbildung anregt und möglichst vollendet. Eine geringe Lüftung wirkt hier einfach ähnlich wie das Rühren der Maischen, nur stärker, so daß auch die vermehrt sich wieder zeigende Hefe etwas anderen Charakter hat als die, die mehr indirekter Lüftung (Rühren) entstammt. Und bei der schwachen Kohlensäureentwickelung muß so kräftig wie im Anfang gelüftet werden, um etwas damit zu erreichen. In bezug auf die Tiefe, bis zu der sich die gärende Maische auf Hefe abschöpfen läßt, gilt die Erfahrungstatsache: je tiefer man abschöpfen muß, desto weniger wird an Hefe und meist auch an Alkohol gewonnen. Wenn die Ernährungsbedingungen für die Hefe gut sind und die Beschaffenheit der Maische günstig für den Auftrieb ist, dann wird mit der Hefe wenig Maische mit hochgenommen, also fast nur Hefe abgeschöpft; bei ungenügender Zusammensetzung der Hauptmaische aber wird, besonders wenn es am Abbau der Proteïne mangelt oder viel Dextrin vorhanden ist, mit der dem Volumen nach gleichen Menge Hefe ungleich mehr Maische mit abgehoben; die Hefe ist aber nicht voll ausgewachsen, leicht und die Ausbeute schlecht. Dann wird auch die Alkoholausbeute gering; denn die mit der Hefe unnötig abgenommene Maische ist nicht vergoren und kann nicht mehr vergären, weil ja die abgeschöpfte Hefe sofort abgekühlt wird oder in kaltes Wasser läuft. Durch das Abbrennen des Hefenwassers wird aber nur der bereits gebildete Alkohol gewonnen, der in der mit abgeschöpften Maische vorhanden war. Man sieht, wie sehr es darauf ankommt, der Maische die Hefe möglichst rein zu entnehmen und auf die diesbezügliche Tätigkeit der Arbeiter zu achten. Hefenschaum, der, ohne Maische mitzunehmen, nicht zu gewinnen ist, bleibe ungewonnen. Er bedeutet keinen Gewinn an Hefe, aber einen Verlust an Alkohol und dazu eine Gefahr für die übrige Hefe, die mit der Maische verunreinigt würde.

Sehr zu empfehlen ist die Kontrolle der Maische, die keine Hefe mehr ergibt, auf ihren Gehalt an Hefenzellen gegenüber dem bei der Anstellung der Hauptmaische. Man wird auf diese Weise feststellen können, ob bei mangelhafter Ausbeute nur mangelhafter Auftrieb oder z. B. schlechtes Wachstum schuld war. Man wird aber so auch bald finden, daß mit schlechter Ausbeute

die Anzahl der zurückgebliebenen, nicht zum Abschöpfen gelangten Hefenzellen wächst, die Bestimmung der Hefenzellen mit der Zählkammer in der abgeschöpften Maische also direkt das Resultat der Arbeit voraussagen läßt. Auch das mikroskopische Bild ist an und für sich wichtig. Findet man bei schlechtem Auftrieb viel tote Zellen, dann ist natürlich die Ursache klar; findet man unter diesen Umständen viele untereinander zusammenhängende Sproßverbände, dann ist die Säurung mangelhaft gewesen und ein Teil der Hefe einer Art Flockenbildung unterlegen, die der Hefe nicht erlaubt, sich leicht zur Oberfläche zu heben und dort zu bleiben, sondern sie immer wieder in ihren Verbänden nach unten zieht. Bei sehr guter Arbeit finden sich in der der Nachgärung überlassenen Maische nach Abnahme der Hefe nur noch höchstens 50 Proz., meist bei hoher Hefenausbeute nur 25 Proz. der Zellen noch in der Maische, die nach dem Anstellen vorhanden waren, während bei mangelhafter Arbeit sich in der Maische stets mehr Zellen noch vorfinden, als ausgesät wurden. Was also bei guter Arbeit abgeschöpft wird, ist wirklich fast nur Hefe, bei schlechter Arbeit aber ein Schaum, der aus schlecht abgebautem Eiweiß und aus Maische durch das Entweichen der Kohlensäure entsteht und wenig Hefe enthält. Daher rührt die Tatsache der schlechten Ausbeute bei stark ausgeschöpften Bottichen. Ganz abgesehen aber davon, daß hierbei die Hefenausbeute bedeutend notleiden muß, so ist es doch aus anderer Ursache nicht einerlei, welcher Art die zurückbleibende Hefe ist. Gilt es doch die vorhandenen Dextrine noch zu vergären, die, aus der süßen Maische und auch der Satzmaische stammend, erst von der vorhandenen Diastase in Maltose übergeführt werden. Daraus erhellt die wichtige Tatsache, daß wir mit der süßen Maische eine große Menge ungeschädigter Diastase in die gärende Maische bringen, also bei ihrer Herstellung Temperaturen wählen müssen, die uns die Unversehrtheit der Diastase garantieren. Das langsam in Maltose übergeführte Dextrin muß nun von der vorhandenen Hefe verarbeitet werden, eine Aufgabe, die sie nur in gesundem Zustande richtig vollbringen kann, sind doch auch schon 4 Proz. Alkohol gebildet. Diese Nachgärung verläuft langsam, in etwa 12 bis 16 Stunden nach dem Aufhören des Schöpfens, so daß vom Anstellen der Hauptmaische an gerechnet 36 Stunden vergehen, bis die Maische ganz vergoren ist. Die immerhin noch kräftige Kohlensäureentwickelung äußert sich von Zeit zu Zeit in heftigem Aufwerfen großer Treber- und Hülsenmassen vom Boden. Empfehlen möchte der Verfasser, wenn das weitere Abschöpfen unterlassen wird, ein sauberes Herunterspritzen der Bottichwände mit einem feinen Wasserstrahl. Abgesehen davon, daß die Maischreste so nicht fest antrocknen und der Bottich sich später besser reinigen läßt, könnten auch diese, an der Wand der Luft ausgesetzt, Infektionsherde bilden und unangenehme Folgen zeitigen, die vermieden werden, wenn die Maischreste in die Maische mit ihrem schützenden Säure- und Alkoholgehalt zurückgespült werden. Eine Folgeerscheinung der Gärung, die Nachsäurung, haben wir schon erwähnt. Ebenso das da und dort üblich gewesene Auffüllen der abgeschöpften Maischen mit Hefenwaschwasser. Letzteres ist direkt widersinnig, weil dadurch die Temperatur der Maische stark herabgedrückt und die Nachgärung verhindert wird.

Außerdem hat diese Manipulation eine starke Unregelmäßigkeit der Schlempezusammensetzung zur Folge, nachdem wir die Schlempe aus der abgebrannten vergorenen Maische herstellen. Das Hefenwasser ist für sich zu

sammeln und auf Spiritus abzutreiben, was in manchen Betrieben auf besonderen Apparaten geschieht, aber doch auch ganz gut auf den Maischdestillierapparaten möglich ist und, nach dem Abbrennen der Maische vorgenommen, eine Ausspülung der Apparate von den Maischresten zur Folge hat, also nicht unzweckmäßig ist. Brennt man das Hefenwasser nach der Maische ab, dann haben die in dasselbe übergegangenen Hefenzellen Gelegenheit, die darin enthaltenen Maischteile vom Abschöpfen noch zu vergären, was nicht so schnell geht, weil die Temperatur der Waschwässer niedrig ist. Die Nachsäurung als normale Begleitung jeder Gärung, die wir schon erläuterten, ist um so geringer bis zur normalen Größe von 1 Säuregrad pro 100 ccm, je stärker und reiner die Säurung des Hefensatzes ist. Die Vergärung wird mit dem Saccharometer in der durch einen Seidenbeutel getriebenen, nicht klar filtrierten vergorenen Maische gemessen, weil auch die süße Maische gemäß ihrer Verarbeitung mit den suspendierten Beimengungen saccharometriert wird, und ergibt natürlich je nach der Verarbeitung verschiedenen Rohmaterials wechselnde Zahlen. Obgleich ja die Saccharometeranzeige der vergorenen Maische überhaupt nur eine relative ist, weil der Alkoholgehalt erniedrigend auf das spezifische Gewicht wirkt, so muß doch stets die vergorene Maische saccharometriert werden, weil so bei gleicher Arbeit und Einmaischung sehr wichtige Vergleichswerte erhalten werden. Die angestellte Maische unseres Beispiels mit 3,4 bis 3,5° Säure und 10,4 bis 10,8° Balling dürfte, die Verarbeitung von Schlempe vorausgesetzt, als vergorene Maische 4,4 bis 5° Säure und 1,4 bis 1,5 bis 1,7° Balling zeigen. Bei Wasserbottichen — ganz ohne Schlempezusatz — zeigt die angestellte Maische ja 2,8 bis 3,0° Säure und 9,8 bis 10° Balling, nach ihrer Vergärung aber 4,0 bis 4,5° Säure und 1,0 bis 1,2° Balling. Je nach dem Eiweißreichtum und dem Verzuckerungsgrad der Maische richten sich Aussehen, Saccharometeranzeige und Zusammensetzung der vergorenen Maische. Normal nur noch Spuren von Dextrin, aber viel Eiweiß und unvergärbare lösliche Bestandteile der Rohstoffe enthaltend zeigt sie, von den Schwebestoffen befreit, ein milchiges Aussehen, enthält jedoch bei schlechter Arbeit weniger Eiweiß und mehr Dextrin und sieht bedeutend heller aus. Letzteres trifft z. B. zu bei tief ausgeschöpften, wenig Hefe ergebenden Gärungen, deren Verzuckerung derart ist, daß die nachvergärende Wirkung der Diastase im Übermaß in Anspruch genommen wird und nicht ausreichen kann, der bei der Maltosearmut der Maische ohnehin hungrigen Hefe schnell genug Material zu liefern. Besonders aber dann, wenn noch unreine oder ungenügende Säurung hinzukommt, wird das verhängnisvoll, weil dabei die Proteïne im Abbau leiden und nicht in völlig lösliche, ungerinnbare Spaltungsprodukte übergeführt werden. In diesem Falle wird der kommende Alkoholgehalt diese Eiweißstoffe ausscheiden und für die Hefe wertlos machen.

Dann wird bei schlechter Hefenarbeit die Vergärung laut Saccharometer gut erscheinen, ohne es in Wirklichkeit zu sein, weil ein Teil der Proteïne ausgeschieden, also auch nicht verarbeitet ist: die vergorene Maische erscheint heller. Anderenfalls sieht sie trübe aus und enthält reichlich lösliches Eiweiß neben Spuren von Dextrin (bzw. Zucker) und den unvergärbaren Extraktivstoffen. So hängen meist schlechte Hefen- und Spiritusausbeuten im alten Verfahren zusammen, so wenigstens, daß stets gute Hefenausbeuten auch solchen an Spiritus entsprechen, bei sinkender Hefenausbeute aber die an Spiritus

nicht im gleichen Maße, wohl aber überhaupt fällt. Demnach kann unter Umständen eine vergorene Maische von 1,6 bis 1,8° Balling mehr Spiritus ergeben als eine, die nur 1,0 bis 1,2° Balling bei dem gleichen ursprünglichen Zuckergehalt anzeigt. Sehr zu empfehlen ist eine Alkoholbestimmung in einer kleinen Probe der durchgerührten vergorenen Maische. Man nimmt die Maische mit den gut verteilten Hülsen, um keine Korrektur für den Trebergehalt anbringen zu müssen. Destilliert man von 100 ccm der vergorenen, mit 100 ccm Wasser verdünnten Maische 100 ccm ab und alkoholisiert bei 15°, so kann man nach Feststellung der Menge der vorhandenen vergorenen Maische die Alkoholausbeute im voraus berechnen und kontrollieren.

b) Die Reinigung der Hefe von den Hülsen und Maischteilchen.

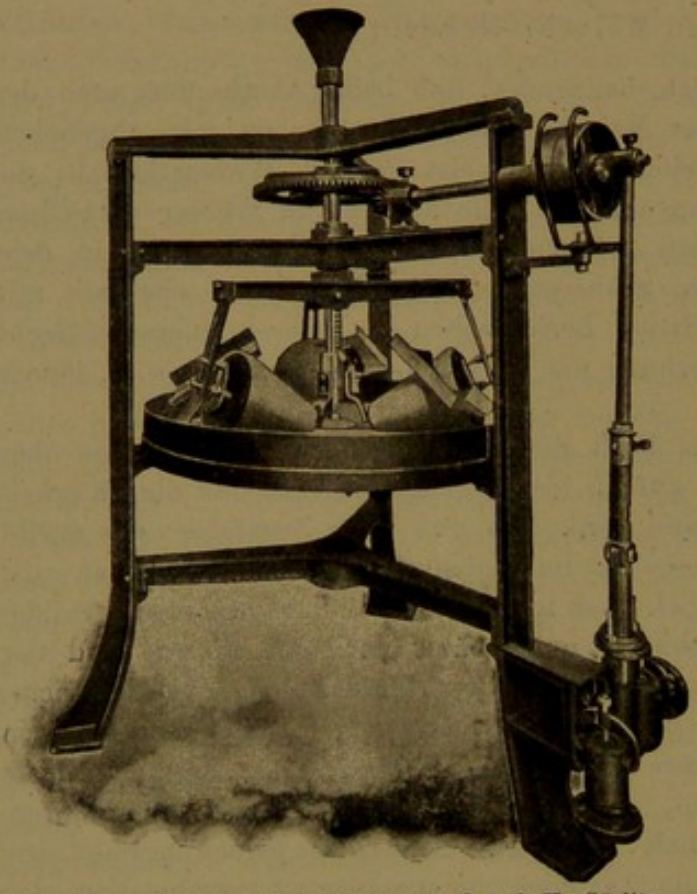
Es liegt im Hefenauftrieb begründet, daß beim Abschöpfen auch des schönst aussehenden Schaumes Maisch- und Treberteilchen mit abgehoben werden müssen. Die Maischteilchen sind meist ganz in Wasser löslich, die nicht löslichen, darin nur suspendierten Teile aber so in Wasser verteilbar, daß die Hefe durch Abwässern getrennt werden kann. Aber die in dem Hefenschaum noch enthaltenen gröberen Teile der Maische — ebenfalls mit abgeschöpft, da mit dem Auftrieb hochgehoben — müssen zuerst entfernt werden, da sie sonst eine Waschung der Hefe illusorisch machen, d. h. immer mit ihr sich absetzen würden.

Wie weiter oben erwähnt, läuft die abgeschöpfte Hefe am besten über einen Kühler und wird sofort auf 15 bis 17° abgekühlt, so daß die Tätigkeit ihrer Zellen praktisch gleich Null wird. Da nun ohne Zweifel — das ergibt die mikroskopische Prüfung — die im Hefenschaum hochgetriebenen und enthaltenen Zellen, was eigentlich auch natürlich ist, immer besser ausgebildet sind, als die mit dem Streichbrett und später noch mit diesem und der Rührkrücke herausgeholten und abgeschöpften Hefenzellen, eine Tatsache, die auch für das vielgerühmte periodische Schöpfen mit seinem sogenannten Ausreifenlassen zutrifft, so wäre es für den Versand besser, wenn die Hefe einer Gärung zusammenkäme, um eine gleichmäßige Hefe zu erhalten. Nun würde das aber Aufenthalt bedeuten. Außerdem jedoch müssen wir darauf sehen, als Stellhefe zum Anstellen der gesäuerten Satzmaischen das Beste zu nehmen, was der Bottich gibt, das ist die im Hefenschaum enthaltene ruhig ausgereifte Hefe.

Läßt man die Hefe in kaltes Wasser zur Abkühlung laufen, so muß man ohnehin mit dem Sieben warten, bis ein entsprechender Teil des Hefenschaumes eingelaufen ist, um nicht lauter Wasser zu verarbeiten. Es ist durchaus zu empfehlen, schon um die Siebarbeit zu verringern, die unverdünnte Hefe dazu zu nehmen, abgesehen davon, daß nur die direkte Kühlung des Schaumes unbedingt die beabsichtigte Wirkung verbürgt, das Einlaufen ins Wasser nur teilweise. Außerdem kann beim direkten Kühlen sofort mit dem Sieben begonnen werden. Viel wurde darüber gestritten, ob beim Sieben des mit Wasser verdünnten Hefenschaumes die Hefe bereits reiner erhalten werde als beim Verarbeiten des unverdünnten Schaumes. Für schlecht gewachsene unreife, viel Maische, Dextrin und Eiweiß mit sich führende Hefe mag bei dieser Arbeit eine Verdünnung die Arbeit erleichtern, ver-

bessern kann sie sie nicht. Es handelt sich doch zunächst darum, die hefenführende Masse von den gröberen Teilchen und dann von den feineren zu befreien. Dazu genügen für die erste Arbeit natürlich Siebe einer Maschenweite, die die hefenhaltige Flüssigkeit leicht durchläßt, ohne gröberen Teilen den Durchgang zu gestatten. Ursprünglich wurde diese Arbeit von Hand gemacht. Hagspihl, Görlitz, war der erste, der eine Maschine hierfür erdachte und ausführen ließ, die heute mit wenig Änderungen noch überall im Betrieb ist und nach Fig. 170 von der Firma Richard Raupach, Maschinenfabrik Görlitz, G. m. b. H. in Görlitz, angefertigt wird. Durch die seitlich an dem Apparat (Fig. 170) angebrachte Pumpe wird die gekühlte oder mit Wasser verdünnte Hefe in den oben befindlichen Trichter gepumpt, der mit der hohlen senkrechten Achse verbunden ist. Der Antrieb der Pumpe versetzt gleichzeitig durch ein konisches Zahnräderpaar die hohle Achse in Drehung, an welcher ein gußeiserner Kranz sich befindet. An diesem sind drei Flacheisenträger angeschraubt, die in einem Schlitz die Führung der konischen hölzernen Walzen aufnehmen und unten in eine Schaufel auslaufen, die beim Rotieren die Treber fortnimmt und zu einer Öffnung in einen darunter gestellten Bottich herausfallen läßt. Der Konus, der zur Aufnahme seiner Führungsstange ausgehöhlt ist, die wieder am Ende der hohlen Achse eingehängt bzw. befestigt ist, dreht sich über ein Messingsieb, das selbst noch über ein durchlochtes Kupferblech gespannt ist. Die oben durch den Trichter einlaufende Hefe gelangt rasch auf das Messingsieb, wird durch die drei Konusse auf diesem verteilt, wobei die hefenhaltige Flüssigkeit durch das Sieb und das gelochte Kupferblech zu dem an der tiefsten Stelle des Siebkastens befindlichen Auslauf gelangt, um von da zu den feineren Siebmaschinen geleitet zu werden.

Fig. 170.



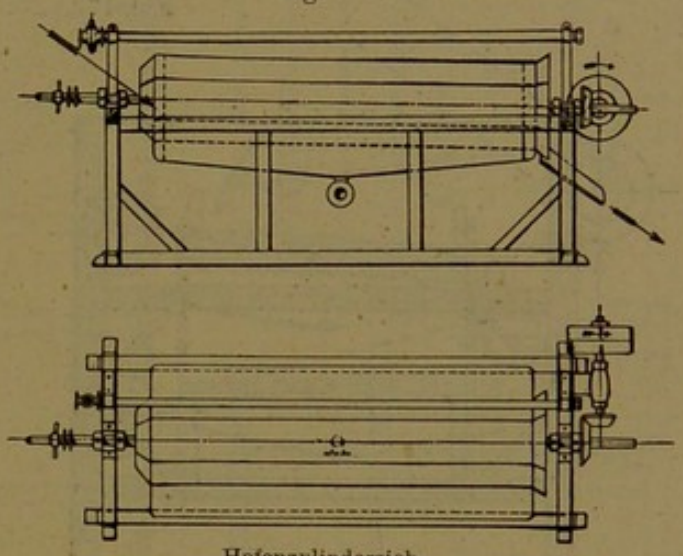
Hefensiebmaschine von Richard Raupach, G. m. b. H., Görlitz.

Die Treberanteile der durch das Sieb gedrückten Hefe pressen sich an dem Konus fest, werden durch Abstreifvorrichtungen abgenommen und in den Treberkanal außen am Siebkasten entleert, in dem die schaufelförmige Verlängerung des Halters der Konusse sie zu einer Bodenöffnung führt, aus der sie in einen untergestellten Holzbottich fallen.

Die anfallende Trebermenge, die mit oben näher ausgeführten Begleiterscheinungen des Hefenabschöpfens zusammenhängt, läßt wieder einen Schluß

auf die Arbeit zu. Je mehr Treber ausgesiebt werden, desto mehr Maische wird mit abgeschöpft, desto weniger Hefe gibt es. Der Einlauf der Hefe auf die Siebmaschine ist durch den Kolbenhub der Pumpe, der meist verstellbar ist, so zu regulieren, daß die abgesiebten Treber trocken sind, also so gut wie keine Maische mit Hefe mehr enthalten. Sie müssen locker herausfallen und dürfen nicht schwer, schmierig, wässerig sein. Die Siebe müssen natürlich stets sauber gereinigt werden, damit die Maschen frei sind; bei richtiger Bedienung geht die Arbeit sehr gut von statten. Je zäher die Maische, je dextrin- und albuminhaltiger sie ist, desto langsamer muß die Sieberei gehen; bei guter Arbeit ist das auch bei reinen Roggenmaischen zu berücksichtigen, wenn mit geringen Säuremengen dabei gearbeitet wird. Die ausgeschiedenen Treber enthalten natürlich noch in ihrer Feuchtigkeit geringe Mengen Alkohol und vielleicht auch Stärketeilchen, weshalb sie, wenn das Abschöpfen der Gärung fertig ist, in die nachvergärende Maische zurückgegeben und ihr durch tüchtiges Rühren gut beigemischt werden. Danach ist der Rand des Bottichs wieder sauber abzuspritzen, der nun zur Nachvergärung stehen bleibt.

Fig. 171.



Hefenzylindersieb.

Die so vorgesiebte, von den gröberen Teilchen befreite Hefe enthält nun aber noch fein aufgeschlämmte Teilchen, deren Beseitigung zur Gewinnung haltbarer Hefe dringend geboten ist; denn beim Abwässern sind sie doch schwer genug, um sich stets wieder der absetzenden gewaschenen Hefe beizumengen. Zur Feinsiebung werden keine Messingsiebe, sondern solche aus feinster Seidengaze verwendet, und zwar in verschiedener Anordnung. Fig. 171 zeigt uns eine Zylindersiebmaschine der Aktiengellschaft vorm. Hentschel, Golzern-Grimma. Auf der dem Antrieb gegenüberliegenden offenen Seite des mit Seidengaze umhüllten rotierenden Zylindergestelles läuft die auf der Vorsiebmaschine von den groben Teilchen befreite Hefe ein, was durch die hohle Welle auf dieser Seite geschehen kann. Von oben berieselt man aus dem darüberliegenden Wasserrohr in feiner Verteilung die Zylindergaze mit Wasser, das erstens die Hefe leicht durch die Gaze hindurch und nach unten in den unter dem Zylinder angebrachten flachen Trichter gleiten läßt, zweitens aber die mit der rotierenden Gaze hochkommenden anhängenden feinen Unreinigkeiten abspült und nach außen (s. Pfeil) entleert. Die Hefe wird auf diese Weise von den noch anhängenden suspendierten feinsten Teilchen gereinigt, die man ebenfalls noch der nachgärenden Maische zugeben kann.

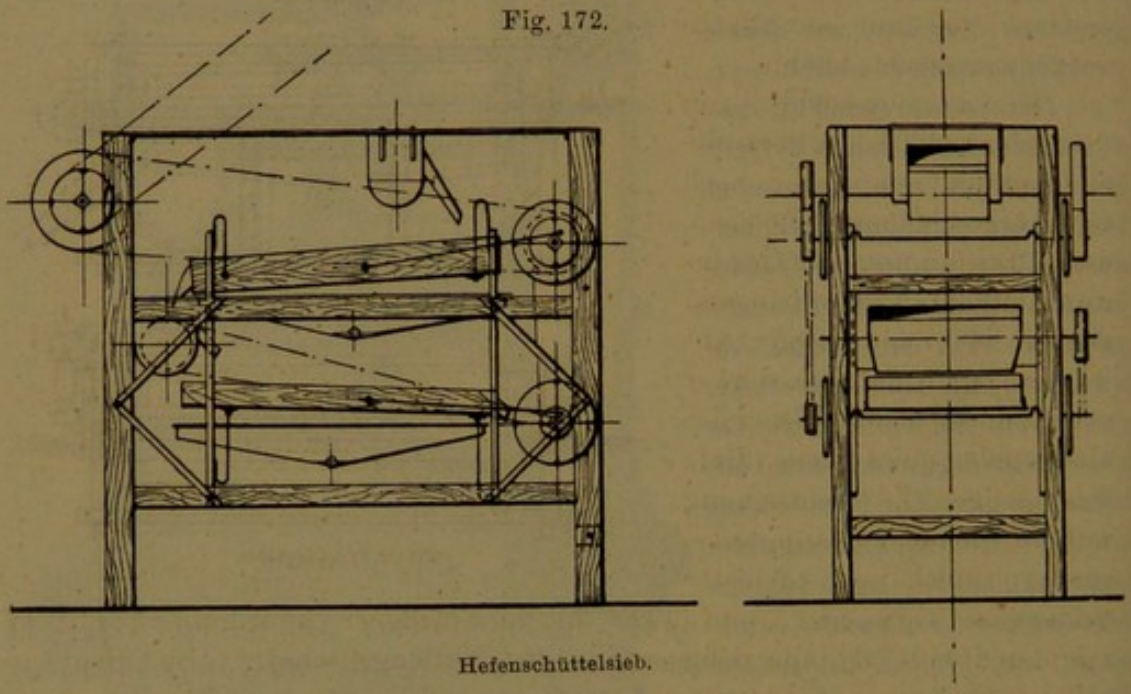
Fig. 172 (a. f. S.) zeigt uns eine Siebvorrichtung der gleichen Firma, bei der die vorgesiebte Hefe über etwas schräg gestellte, flach eingelegte, mit Seidengaze bespannte Siebrahmen gleitet, während diese in schüttelnde Bewegung (schwache Hebung und Senkung) durch einen Exzenterantrieb versetzt werden. Die vorgesiebte Hefe läuft oben durch einen Kanal ein, passiert

die Gaze des ersten Schüttelsiebes, fällt in den darunterliegenden Trichter, von wo sie zur Abwässerung gelangt.

Die mit den feinen Treberteilchen über das Sieb gelangte Hefe fällt mit diesen weiter auf das darunterliegende Schüttelsieb, das nun die letzten Hefenanteile durchfallen läßt, die Hülsenteilchen völlig entheft unten abstößt. Diese Maschine kann die Konusmaschine nach Hagspihl etwa entbehrlich machen (was aber besser vermieden wird), wenn das obere Sieb gröber gehalten und die hindurchgefallene Hefe noch auf das zweite Sieb geleitet wird. Beim Sieben durch die Gaze ist eine feine Wasserbesprengung sehr zu empfehlen, weil durch das auffallende, hin und her geschüttelte Wasser der Weg für die Hefe, das Gewebe, leichter freigelegt wird und bleibt.

Eine andere in vielen Betrieben im Gebrauch bekannte Maschine ist die nach Fig. 173, die auf einem Rahmen die Übereinanderlegung zweier Siebe und feinste Reinigung der Hefe gestattet. Die Schüttelrichtung ist quer zur Längsrichtung des Schüttelrahmens. Die Siebrahmen sind einfach mit neuer

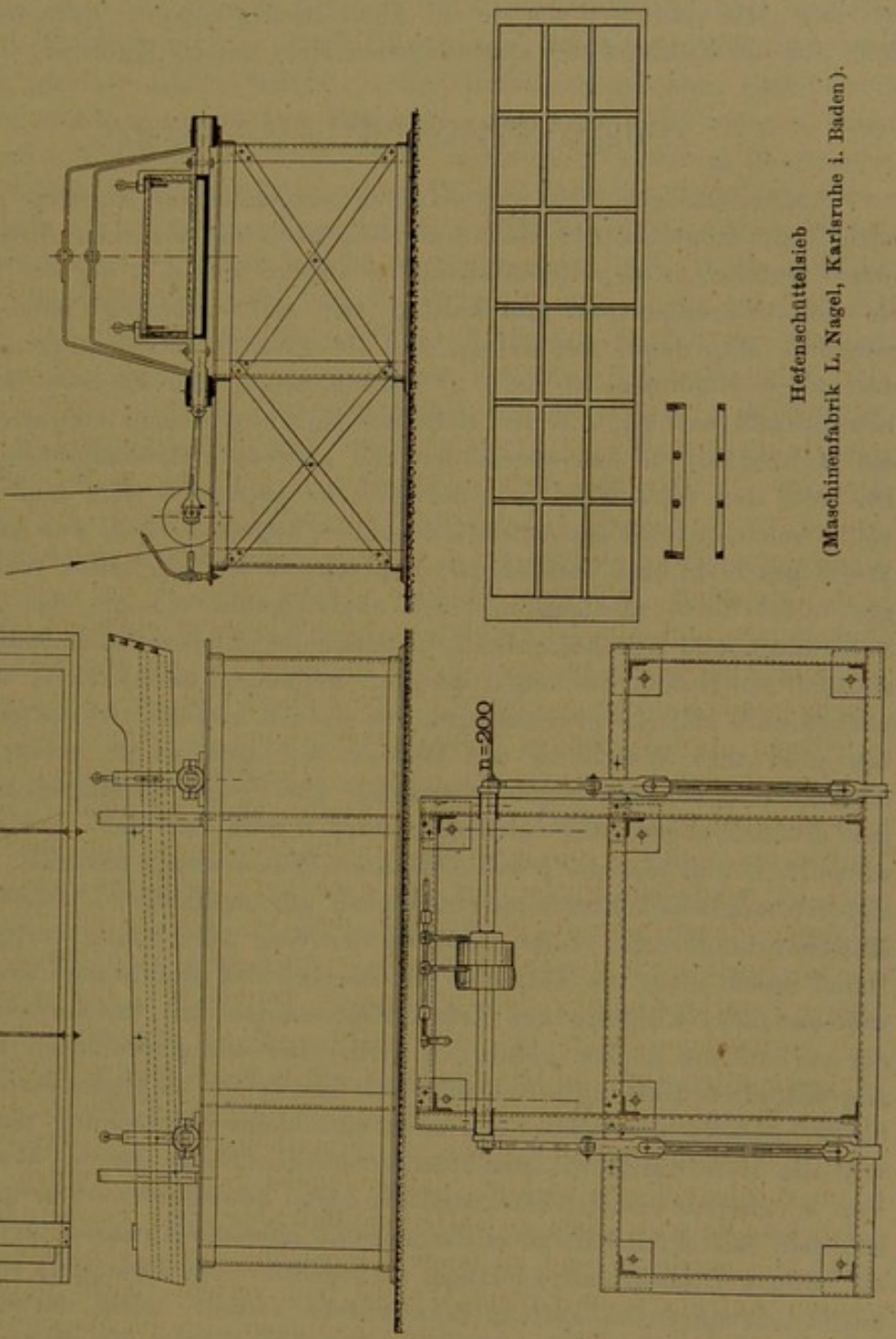
Fig. 172.



Hefenschüttelsieb.

Gaze zu bespannen und ein- und auszunehmen, also leicht zu reinigen. Mit den seitlich angebrachten Stellschrauben werden sie festgehalten. Durch ein in der Längsrichtung über den Sieben angebrachtes, nach vorn fallendes Wasserverteilungsrohr wird während des Schüttelns und Siebens Wasser auf die bewegte Seidengazefläche gegeben, auf die am hintersten erhöhten Teile die vorgesiebte Hefe aufläuft. Die Wasseröffnungen des Verteilungsrohres sind so angebracht, daß sie abwechselnd nach beiden Seiten und nach der Mitte des Siebes Wasser spritzen und so durchschnittlich die ganze Breite des Siebes mit Wasser bedienen. Die fein gereinigte wässerige Hefe fällt in einen untergestellten eisernen Behälter, von dem sie eine Pumpe zur Abwässerung führt. Die abgesonderten Verunreinigungen rutschen über das Sieb der Länge nach vor und fallen in ein vorgelegtes Holzgefäß. Der Antrieb des Schüttelsiebes erfolgt durch eine auf beiden Seiten mit einem exzentrisch eingesetzten Zapfen versehene Welle und ist mit Voll- und Leerscheibe versehen. Diese Maschine wird von der Maschinenfabrik L. Nagel,

Karlsruhe-Mühlburg angefertigt und hat dem Verfasser im alten Verfahren vorzügliche Dienste geleistet. Doch erfüllen natürlich obige Siebmaschinen auch völlig ihren Zweck, wie ja solche von anderen Firmen ebenfalls gebaut werden. An der letztbeschriebenen Maschine möchte der Verfasser nur ihre Zugänglichkeit in allen Teilen hervorheben, also ihre leichte Reinhaltung und



Hefenschüttelsieb
(Maschinenfabrik L. Nagel, Karlsruhe i. Baden).

Fig. 173.

Bedienung. Angebracht ist die Maschine auf einem Gestell aus Winkeleisen, das mit Flacheisen versteift ist.

Die von den Siebmaschinen abgeschiedenen feinen Hülsenteilchen müssen hefenfrei sein und werden dem abgeschöpften Bottich in die Nachgärung zugegeben. Man sieht, welche Arbeitsersparnis es bedeutet, wenn man die abgeschöpfte Hefe direkt kühlt und so zum Sieben bringt. Diese

Arbeit wird nur auf den Hefenschaum beschränkt, während bei der anderen Methode große Mengen Wasser zur Kühlung zugesetzt und mit versiebt werden müssen. Der Hefenschaum hat 31°, so daß zur Erzielung einer Temperatur von 20° schon mehr als die gleiche Menge kalten Wassers, ja das Doppelte des Hefenschaumes genommen werden muß. Das beim Schüttelsieb nötige Wasser ist sehr gering und verlängert ja die Arbeit nicht mehr, da sie nur die vorgesiebte Hefe verdünnt, ehe sie zur Abwässerung kommt. Rationell ist jedenfalls nur die Kühlung der abgeschöpften Hefe mittels Kühlers.

c) Das Abwässern der gesiebten Hefe.

Außer den gröberen und feineren suspendierten Anteilen der Maische enthält die abgeschöpfte Hefe natürlich noch die löslichen Anteile der mit ihrem Auftrieb in den Hefenschaum gelangten Maische, die der Hefe, wenn sie sich pressen lassen und haltbar sein soll, unbedingt entzogen werden müssen. Man denke nur daran, daß die gärende Maische bei der Abnahme der reifen Hefe noch 3 bis $3^1/_2{}^0$ Balling zeigt, also Zucker, Dextrine und Eiweißstoffe enthält, die der Hefe zur Nahrung dienen können, aber dann die Haltbarkeit der zu pressenden und gepreßten Hefe sehr beeinträchtigen. Die von den festen Teilchen der Maische getrennte Hefe muß so gut wie völlig von den löslichen Anteilen derselben befreit werden, was einfach in der Weise geschieht, daß man sie in entsprechende Mengen kalten Wassers bringt, gut durchrührt, absitzen und das überstehende Wasser, das unvergorene Substanzen und Alkohol enthält, in Sammelbehälter abfließen läßt, aus denen es zum Abbrennen zu den Apparaten gepumpt, keinesfalls aber in die nachgärende Maische gegeben wird. So einfach nun das „Abwässern" der Hefe, wie man ihre Waschung mit Wasser technisch nennt, aussieht, so sehr muß auch dabei acht gegeben werden. Die Frage, ob einmal, zweimal oder gar dreimal abgewässert wird oder werden muß, ist nicht so einfach zu beantworten, weil hier die jeweilig benutzte Wassermenge mitspielt. Das Hauptziel ist möglichste Entfernung der noch gärungsfähigen, löslichen, aus der Maische stammenden Teile, wodurch der Weg klar genug vorgezeichnet ist. Dabei spielt noch die Tatsache mit herein, daß durch das Abwässern eine weitere starke Kühlung der Hefe erzielt werden soll, die vermeidet, daß ihr der vorhandene Zucker gefährlich wird. Bei der empfohlenen Kühlung der abgeschöpften Hefe mittels Kühler ist dem schon entgegengearbeitet. Allerdings bedeutet die Wässerung auch eine kleine Schwächung der Triebkraft, weil die Hefe durch die Membran vermutlich Stoffe an das Wasser abgibt. Von vornherein also ist klar, daß genügend gewässert werden muß, um die löslichen Maischteilchen zu entfernen, daß aber die Abwässerung nicht weiter als nötig getrieben und zu lange ausgedehnt wird. Die Hefe soll sich nun, durch Aufrühren in kaltem Wasser fein verteilt, leicht daraus zu Boden setzen, so daß die löslichen Verunreinigungen sich im Waschwasser befinden und die übrigen feinstflockigen Teilchen mit den aus der Maische stammenden fremden Pilzen und Spaltpilzen scharf von ihr getrennt auf ihr schwimmen. Die Hefe muß also mit genügend Wasser verdünnt sein, damit sie sich gut setzt und ihre löslichen und unlöslichen Beimengungen durchgreifend ausscheidet. Ist also — und das ist natürlich Hauptbedingung für ein richtiges Abwässern — die Hefe reif gewesen, dann wird diese Trennung

von ihren unangenehmen Begleitern um so leichter erfolgen, je kälter und je freier das Wasser selbst ist von bakteriellen und chemischen, das spezifische Gewicht erhöhenden Bestandteilen, je mehr also das Wasser den Namen Fabrikationswasser für Hefenbereitung (s. unter Wasser) verdient und je mehr Wasser bei nicht allzu hoher Schicht geboten wird. Natürlich spielen die üblichen Härtegrade hier keine Rolle. Die nötige Wassermenge selbst ist — abgesehen von ihrer Temperatur und Höhe — einfach abhängig von dem Grad der Verunreinigung der Hefe. Außerdem kommt in Betracht, daß man mit der gleichen Menge Wasser, in drei Portionen gegeben, eine bessere Auswaschung erzielt als durch ihre einmalige Anwendung. Des weiteren findet eine Triebkraftschwächung erst dann statt, wenn die Wässerung übertrieben wird, die Hefe also zu lange Zeit in reinem Wasser steht, so daß sie aus ihrem Glykogengehalt nach vorhergegangener Zuckerbildung kleine Mengen von Kohlensäure entwickelt und so Reservestoffe aufzehrt. Ein Abwässern also bis zur quantitativen Befreiung von den löslichen Beimengungen ist, weil unnötig und schädlich, zu vermeiden. Aber unzweifelhaft ist auch, daß einmaliges Abwässern nur dann genügend sein und die Lösung der Zucker-Dextrin-Eiweißmengen bis zur ungefährlichen Verdünnung bewirken kann, wenn es in übermäßiger einmaliger Gabe vorgenommen wird. Aber selbst dann tritt die scharfe Scheidung der feinflockigen Bestandteile von der Hefe nicht so ein, daß ihre Trennung von ihr wunschgemäß erfolgen kann. Da außerdem die Größe des Bottichs, in dem die Abwässerung vollzogen wird, abhängig ist von der Tatsache, daß er seiner Grundfläche nach von einem Arbeiter bedient werden kann, so ergeben sich die übrigen Daten von selbst. Die Form der Grundfläche der Bottiche, die aus harzreichem Holze und innen sauber gearbeitet sein sollen, ist am besten stumpf oval; die Wände verjüngen sich etwas nach oben. Eine handliche Größe der Abwässerungsbottiche entspricht folgenden Abmessungen: Oberer und unterer Längsdurchmesser 2060 und 2160 mm; oberer und unterer Querdurchmesser 1120 und 1150 mm bei 820 mm innerer Höhe. Durch die Wand geht der Stutzen, der die Wasserablaßvorrichtung mit der Hefenwassersammelleitung verbindet. Diese Vorrichtung besteht aus einem Kupferrohr, das in einer Verschraubung oder einer Art Kugelgelenk drehbar ist, so daß es ganz nach Belieben gewissermaßen als Heber in die Flüssigkeit eingelegt werden kann, um das Waschwasser bis zur Hefe abzuziehen.

Was nun die Ausführung der Abwässerung anlangt, so hat sie sich auf Grund vorstehender Darlegungen zu vollziehen. Am besten eignet sich Wasser von 10 bis 12° dazu; kältere Temperaturen sind nicht gut für die bei höherer Temperatur gewachsene Hefe. Eine einmalige Abwässerung ist unzweckmäßig, weil sie eine riesige Wassergabe erfordert, um das Ziel zu erreichen, und große Bottiche voraussetzt, in denen sich die Hefe schwer erreichbar zu Boden setzt. Ganz abgesehen davon, tritt auch bei einmaliger großer Wassergabe die scharfe Trennung der feinen Schwebeteilchen von der Hefe nicht ein. Deshalb ist eine mindestens zweimalige Waschung vorzuziehen. Um nun eine gleichmäßige Waschung zu erzielen, ist es nötig, dafür Sorge zu tragen, daß die zu waschende Hefe gleichmäßig auf die Bottiche verteilt wird, was dann einfache Sache ist, wenn die Hefe direkt gekühlt zu den Siebmaschinen kommt, ohne Zusatz von Wasser. Dann kennt man bald den Grad der Verdünnung durch das auf dem Schüttelsieb verwendete Wasser

und damit die mögliche Hefengabe in den Abwässerungsbottich, die allein eine richtige Abwässerung ermöglicht. Wenn nämlich zuviel Hefe in den Abwässerungsbottich kommt, dann löst das Wasser so viel Maischbestandteile aus ihr auf, daß das spezifische Gewicht dieser Lösung den Hefenzellen das Absetzen unmöglich macht oder sehr erschwert. Weder setzt sich die Hefe gut zusammen, noch vollzieht sich die Trennung von den Schwebeteilchen. Die Abwässerungsbottiche erhalten deshalb meist etwa in $^2/_5$ bis $^1/_2$ ihrer Höhe Schaugläser, an denen man die Art des Absetzens der Hefe sehen kann. Man muß deutlich die weiße Hefe vorbei nach unten gleiten sehen können, worauf dann die dunkleren Schwebeteilchen (Grauhefe) folgen. Nun hat sich eine Flüssigkeitssäule — deren Höhe beim Dekantieren immer von Einfluß ist — von etwa 850 bis 900 mm Höhe als beste erwiesen, welchem Umstande auch die Abmessungen der angegebenen Bottiche Rechnung tragen. Geringere Höhen zu nehmen ist ebenso zwecklos, wie größere schädlich sind. Daß natürlich der Abwässerungsraum kühl sein muß, versteht sich von selbst.

Runde Bottiche möchte der Verfasser für die Abwässerung nicht empfehlen, weil sie eine für den abschöpfenden, hantierenden Arbeiter ungünstige Grundfläche haben. Viereckige kommen aber aus Reinlichkeitsgründen nicht in Betracht: Ecken sind bei den Gefahren der Gärungsindustrie durchaus zu vermeiden, sie bilden bloß Infektionsgelegenheiten. Die Temperatur des Wasser-Hefengemisches im Abwässerungsbottich soll mindestens 15° betragen. Wird also die Hefe nicht gekühlt, sondern einfach vor dem Sieben in Wasser abgeschöpft, so kann es leicht vorkommen, daß das Waschwasser mehr als 15°, etwa 17 bis 20°, zeigt. Dann setzt sich die Hefe überhaupt nicht. Denn das sind Temperaturen, bei denen die Hefe von den im Waschwasser gelösten Eiweißstoffen und Kohlenhydraten gereizt werden und wieder zu gären beginnen kann. Dann tritt das gefährliche und unangenehme „Aufwerfen" der Hefe ein; die geringen Mengen entwickelter Kohlensäure treiben ganze Flächen von Hefenbrei nach oben, so daß an ein Abwässern nicht zu denken ist. Vielleicht kann man ohne Verlust durch das Einlegrohr etwas des Hefenwassers ablaufen lassen, ohne Hefe zu verlieren, dann aufrühren und mit mehr kaltem Wasser verdünnen. Ist das „Aufwerfen" stark, dann rührt man am besten auf und verteilt den Inhalt auf zwei Gefäße und mischt mit kaltem Wasser während der Auffüllung gut durch. Das Abwässerungsgemisch darf nicht mehr als höchstens 15° haben. Zum Aufwerfen neigt ganz besonders unreife Hefe mit ihren vielen unausgewachsenen Tochterzellen, die die Gelegenheit gern ergreifen würden, noch Nährstoffe hier aus dem warmen Waschwasser aufzunehmen.

Zu empfehlen ist noch, das bewegliche Kupferrohr im Abwässerungsbottich zum Ablassen des Wassers oben etwas flach, tellerartig auszuhämmern, damit man die mit dem Wasser ablaufenden Verunreinigungen gut auf eventuell mitgerissene Hefe prüfen und besehen kann. Da und dort findet man eiserne Abwässerungsbottiche, die auch brauchbar sind, die aber der Verfasser doch lieber durch hölzerne ersetzt sehen würde, weniger oder gar nicht wegen der Gefahr des Übergangs von Spuren von Eisen in die Hefe, als wegen der besseren Isolierung der Holzbottiche, z. B. im Sommer gegen die im Raum herrschende warme Temperatur. Ebenso findet man Zementbehälter für diesen Zweck, die aber, so gut sie gemacht sein mögen, bald ihre glatte Oberfläche verlieren, da der Zement gegen Gärflüssigkeiten sehr empfindlich

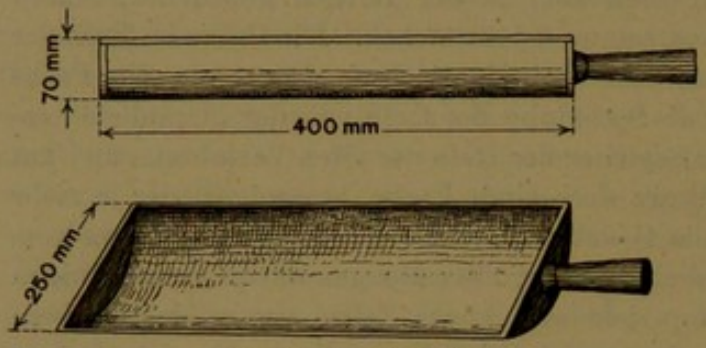
ist. Und gemauerte Behälter mit einem Belag von Glasplatten sind teuer und bieten gegen die Holzbottiche keinen Vorteil; denn ihre Verlegung in Zement hat ihre Schattenseiten, wie die Verwendung von Zement überhaupt. Holzbottiche lassen auch Fehler leicht und schnell erkennen und beseitigen, was bei gemauerten nicht der Fall ist.

Als Sammelbehälter dagegen für die vergorene Maische und das Hefenwasser sind bei den großen Mengen, die in Frage kommen, mit glasierten Ton- oder auch Glasplatten dicht belegte Zementbehälter zu wählen, wobei aber darauf zu sehen ist, daß die Platten sauber gegeneinander abgeschliffen werden, um so das Bindemittel, den Zement, so wenig wie möglich der Flüssigkeit darzubieten. Neuerdings wird empfohlen, dem Wasser für den Zementmörtel 1 bis 2 Proz. Schmierseife aufgelöst beizumengen, wodurch eine völlig wasserdichte Zementschicht entsteht, indem sich Verbindungen der Fettsäure mit dem Kalk in geringen Mengen bilden, die weil wasserunlöslich den besprochenen Zweck erreichen lassen.

Was nun die Ausführung der Abwässerung anlangt, so pumpt man von der das Schüttelsieb verlassenden Hefe eine Menge in den Abwässerungsbottich, von der man erfahrungsgemäß weiß, daß sie sich noch absetzen wird, gibt dann kaltes Wasser unter Umrühren zu, bis der Bottich gefüllt ist, nimmt einen Glaszylinder voll als Probe weg und läßt stehen. Die Probe im Zylinder läßt bald erkennen, wie schnell und ob sich die Hefe setzt, wie die Farbe des Waschwassers ist und wie die Scheidung der Hefe von der „Grauhefe“ erfolgt. Die letztere ist ein steter Begleiter der Hefe des alten Verfahrens und hat eine von Bräunlichgrau bis Schwarz wechselnde Farbe, je weniger oder je mehr Hefe es gibt. Je schwärzer die Grauhefe ist, desto weniger ist davon vorhanden, je mehr grau bis bräunlich, desto größere Mengen davon verunreinigen die Hefe. Unter dem Mikroskop sieht man kleine Zellen von wilden, kleinen Hefenarten, Bakterienanhäufungen, meist Milchsäure, aber auch viele andere Spaltpilze, die bei der Gärung unterdrückt wurden; besonders aber enthält die Grauhefe feinflockige, stickstoffhaltige Substanzen und feinste Stärketeilchen. Man versteht jetzt, warum es bei guter Hefenausbeute sehr wenig Grauhefe gibt. Die „Grauhefe“ als Verunreinigung der reinen Hefe wächst mit der Menge der mit der Hefe vermischten und mit abgeschöpften Maische, also auch mit all den Mißständen, die die Ursache hierfür bilden. Unreine Säurung, schlechte Gärung, ungenügender Eiweißabbau, mangelhafte Verzuckerung — alle diese Fehler ziehen sich in ihren Folgen durch die ganze Arbeit stets erkennbar wie ein roter Faden hindurch. Der Grad der Siebung ist ohne Einfluß auf die Menge der Grauhefe; es handelt sich um mikroskopisch kleine Teilchen, die nur im Wasser infolge ihrer Leichtigkeit sich von der Hefe trennen. Je mehr Eiweiß die Bottiche aus der Maische enthalten, also z. B. bei Roggenmaischen, je wilder dann bei ungenügender Säurung und Arbeit die Gärung ist, desto mehr Grauhefe zeigt sich beim Abwässern; bei Maisverarbeitung bildet sich etwas weniger davon. Wenn die Hefe mit dem ersten Wasser gemischt steht, zeigt sich auf dessen Oberfläche eine Schaumdecke, die aber um so dünner ist, je reifer die Hefe. Am besten wird er mit einem Löffel abgenommen und in den nächsten Abwässerungsbottich beim Auffüllen zugegeben; jedenfalls ist es nicht gut, den Schaum lange stehen zu lassen. Ist nun nicht zu viel Hefe im Abwässerungsbottich, also etwa das richtige Maß oder eher etwas zu wenig, dann ist die über der Hefe

stehende Flüssigkeit nicht gelb, undurchsichtig und trübe, sondern schon ziemlich klar und wenig gefärbt, was auch die Probe im Glaszylinder ergibt. Am Schauglas des Abwässerungsbottichs kann man sehen, wie weit sich die Hefe schon gesetzt hat. Hat man Zeit — wie z. B. wenn der Bedarf normal und die Fabrikation ihm angepaßt ist — dann ist es gut, etwas länger zu warten, doch nicht zu lange, weil sonst gerade beim ersten Wasser der Schmutz, die Grauhefe, zu fest sich auf die reine Hefe legt. Ist also der Bottich mit dem richtigen Maß von Hefe und Wasser befüllt, dann kann man nach 3 Stunden mit der Abnahme des Wassers anfangen. Die Haut von Hefe, die sich oben gern bildet, wurde vorher entfernt, wie weiter oben angegeben. Man legt nun das bewegliche Heberrohr langsam und nur so weit in die Flüssigkeit, als man sicher sein kann, daß keine Hefe mit dem Wasser abläuft. Dieses erste Wasser hat meist noch einen Alkoholgehalt von 1,0 bis 1,5 Proz. und etwa 0,8 bis 1° Saccharometeranzeige. Allmählich taucht man das Rohr mit der tellerartigen Erweiterung des Einlaufs langsamer ein, so daß man genau das einlaufende Wasser auf eventuell mitgerissene Hefe besehen kann. Nach der Probe im Glaszylinder hat man einen ungefähren Anhaltspunkt über die Höhe der Grauhefenschicht und die Grenze, wo sie nicht mehr scharf von der Reinhefe geschieden ist, was beim ersten Wasser nie so scharf der Fall ist, weil das spezifische Gewicht des Waschwassers die Hefe nicht so leicht absitzen läßt. Man läßt nun, wenn außer dem Wasser noch Grauhefe wegzulaufen beginnt, etwas davon fort, aber nur soweit als man sicher ist, daß schon eine genügende Scheidung der Grauhefe vorhanden ist, was nur bei guter Arbeit und deshalb ziemlich hellem ersten Wasser zutrifft.

Fig. 174.



Grauhefenabschöpflöffel.

Ist die Trennung der Grauhefe nicht scharf genug, so läßt man das Wasser nur bis zu ihr ablaufen, füllt den Bottich wieder mit frischem, kaltem Wasser auf und rührt gut durch. Eine Glaszylinderprobe zeigt schon sehr schön die bessere Scheidung der Rein- und Grauhefe, deren Menge ja, wie erwähnt, mit Fabrikationsfehlern schwanken kann. Nach 3 Stunden läßt man das Wasser wieder ablaufen, diesmal aber nicht bloß bis zur Grauhefe; man kann unbesorgt einen Teil der Grauhefe mit dem Wasser abziehen, wenn man beim Einlauf des beweglichen Heberrohrs genau darauf sieht, daß keine reine Hefe mit wegläuft; ganz bis zur Reinhefe darf sie nicht abgezogen werden. Die Wegnahme der restlichen dünnen Schicht Grauhefe geschieht mit flachen Löffeln (Fig. 174), die, langsam und ganz horizontal wie beim Hefenschaumabnehmen über die Hefe geführt, die Grauhefe einlaufen lassen, natürlich nicht ohne kleine Anteile an Reinhefe. Der Verfasser nimmt nun mit dem zweiten Wasser die Hefe nie zum Pressen, weder im Winter, noch im Sommer, auch nicht wenn es Eile hat, wie in Zeiten unvorhergesehenen Bedarfs, sondern gibt dann lieber den Bottichen im gleichen Wasser weniger Hefe zu, um schnelleres Absetzen zu erzielen. Deshalb läßt er auch beim zweiten Wasser nur die Hauptmenge der Grauhefe mit dem Löffel entnehmen

und noch einmal ein Wasser geben. Dann tritt die Grauhefe in so deutlicher Abgrenzung aus der Hefe hervor, daß sie, nachdem das dritte Wasser etwa 3 Stunden gestanden und bis zur Grauhefe abgelassen ist, leicht restlos mit dem Löffel ohne nennenswerte Aufnahme von Reinhefe von dieser abgenommen werden kann. Die Grauhefe, die mit dem Löffel — ob beim zweiten oder dritten Wasser — abgenommen wird, kommt in einen besonderen Bottich, in dem sie gesammelt, mit Wasser behandelt und weiter auf die beigemengte Reinhefe verarbeitet wird. Da die Grauhefe um so dunkler und geringer an Menge ist, je besser die Fabrikation, d. h. je mehr Hefe gezogen wird und um so grauer bis graubraun und reichlicher, je schlechter die Arbeit, so kann es im letzten Fall vorkommen, daß die Menge Grauhefe in ihrem besonderen Bottich sich gar nicht recht von der Reinhefe scheiden will, sondern sich in diese hineindrückt; dann empfiehlt sich die Zugabe kleiner Mengen von reinem, nachgeschöpftem Hefenschaum, um die Scheidung zu ermöglichen. Der Verfasser kann also durchaus empfehlen, nicht nur zwei, sondern drei Wasser zu geben, diese aber dafür nicht länger als je 3 Stunden stehen zu lassen, nach abgelassenem zweiten Wasser den Hauptteil der Grauhefe und nach dem abgelaufenen dritten Wasser den Rest, so völlig, als nur dann möglich, abzunehmen. Zur Abnahme der Grauhefe mit dem Löffel gehört Übung, um möglichst wenig Reinhefe mit wegzunehmen und diese nicht aufzuwühlen. Wer drei Wasser, wie vorstehend geschildert, gibt, braucht zu dem Waschwasser keine Zusätze wie z. B. von Schwefelsäure, die durchaus zu verwerfen und ebenso zwecklos wie schädlich sind. Das dritte Wasser weist nur noch $^1/_{10}$ bis $^2/_{10}$ Saccharometeranzeige und Spuren von Alkohol auf, so daß es Rechnungssache ist, ob es abgebrannt werden soll oder nicht. Der Verfasser hält den Verlust, der so an Alkohol eintritt, für kaum nennenswert, wenn nicht besondere Betriebsverhältnisse es mit sich bringen, daß das dritte Wasser noch gewinnenswerte Alkoholmengen enthält. Man muß hier eben den lokalen Verhältnissen Rechnung tragen und eventuell mit einer größeren Durchschnittsprobe einen kleinen Probebrand machen. Oder aber man brennt verschiedene Male nur zwei Wasser und wieder — natürlich bei gleicher sonstiger Arbeitsweise — einigemal alle drei Wasser ab und wird so am leichtesten feststellen, wieviel Mehrausbeute an Alkohol dem dritten Wasser zuzuschreiben ist und ob sich sein Abbrand lohnt. Meist dürfte sich dieser erübrigen. Eine Schwächung der Triebkraft durch die dreimalige Waschung von etwa 3 bis 4 Stunden Dauer findet bestimmbar nicht statt, da auch das letzte Wasser noch genügende Spuren von Zucker und Eiweiß enthält, um die Hefe nicht zur Abgabe ihrer Reservestoffe zu reizen. Nicht ganz verständlich ist dem Verfasser eine Äußerung Hennebergs, daß die Hefe nachträglich oft durch allzu langes Wässern infiziert würde. Wenn das Wasser kalt und rein ist, kann das nicht eintreten, wohl aber bei unrichtiger Wässerung mit z. B. einem Waschwasser. Dann ist es möglich, daß die Hefe-Wassermischung zu warm wird. Dann hat auch das Waschwasser sich aus der abzuwässernden Hefe stark mit Maischanteilen gesättigt. Beide Umstände zusammen müssen bei längerem Stehen der Hefe schaden. Die Hefe beginnt zu arbeiten und mit ihr eventuell vorhandene Spaltpilze. Es kann also nur total falsche, unrichtige Wascharbeit die Hefe infizieren. Wird aber nach des Verfassers Angaben gehandelt, dann findet eben Befreiung der Hefe von allem statt,

was ihr schaden könnte. Das ist eben mit einem Wasser nicht zu erreichen.

Man sieht aber auch aus der Arbeit des Abwässerns, wie verfehlt es ist, das Hefenwasser der abgeschöpften Maische zuzugeben. Dagegen hat das abgebrannte Hefenwasser natürlich einen gewissen Nährwert durch die zerkochten Zellen der Hefe und der Mikroorganismen und durch die geringen Mengen Zucker und Eiweiß. Es kann deshalb in Zeiten großen Bedarfs an Verkaufsschlempe dieser zugesetzt werden; jedenfalls ist es besser als reines Wasser. Auch ist es geboten, das Hefenwaschwasser etwas stehen zu lassen, ehe es zum Abbrennen kommt, weil die in dasselbe übergegangenen Hefenzellen die vorhandenen Zuckermengen, so gering sie auch sind, langsam noch vergären, wodurch sich sein Alkoholwert noch erhöht. Handelt es sich darum, Hefe im dritten Wasser länger stehen zu lassen, bis sie zum Pressen kommt, dann möchte der Verfasser empfehlen, sie vorher von der Grauhefe gänzlich zu befreien, weil sonst die Grauhefe bei allzu langem Stehen sich in die Reinhefe sehr fest eindrückt und nicht mehr so reinhefenfrei abschöpfen läßt. Ist nun die Hefe so von der Grauhefe durch richtiges Abwässern und auch von den gelösten Beimengungen aus der Maische völlig befreit, dann ist sie zum Pressen bereit. Zum Abfluß der Hefe sind am Boden der Abwässerungsgefäße Kupferstutzen angebracht, die in ein sogenanntes Sitzventil (wie bei Badewannen) oder ein solches mit Gewinde zum Aus- und Einschrauben endigen. Die zum Pressen fertige Hefe läuft nun in einen am besten eisernen oder kupfernen, in den Boden eingelassenen Sammelbehälter, aus dem sie den Pressen zugeführt wird. Die Reinigung der Abwässerungsgefäße erfolgt mit Bürste und verdünnter Kalkmilch, die nachher gut abzuspritzen ist, wie unter „Gärbottiche“ beschrieben. Das Putzwasser läuft durch den Hefenstutzen ab, weshalb gründliches Nachschwenken mit Wasser nach der Reinigung mit Bürste und Kalkmilch dringend geboten ist.

d) Das Pressen der Hefe und ihre Herrichtung zum Versand.

Das Pressen der Hefe bedeutete seinerzeit einen großen Fortschritt der Hefenindustrie, weil dadurch erst die Haltbarkeit so gefördert wurde, daß ihre Versandfähigkeit auf weitere Strecken, also der Absatz für die zum Großbetrieb strebende Industrie ermöglicht war. Die geringen im Abwässerungswasser noch enthaltenen Bestandteile würden beim Stehen mit der Hefe diese aus ihrer erzwungenen Ruhe aufrütteln, und, da nicht genügend Arbeit vorhanden wäre, innere Zersetzungsvorgänge einleiten. Es ist deshalb die Pressung der Hefe eine Befreiung derselben von dem ihr bei längerem warmem Stehen gefährlich werdenden Waschwasser bis zu einem Wassergehalt der gepreßten Hefe von etwa 75 Proz., bei dem sie praktisch für den Versand zur Ruhe gebracht ist. Da und dort trifft man noch die Ansicht, daß es unnötige Kraftaufwendung, also unnötige Ausgabe sei, die Hefe so trocken zu pressen, da sie doch nachher wieder zum Versand angefeuchtet werden müsse. Das ist ganz falsch; denn das später zum Anfeuchten verwendete Wasser ist eben reines Wasser, während die Pressung doch nichts anderes bezwecken will, als die Befreiung der flüssigen Hefe von der von der Fabrikation herrührenden Flüssigkeit, die mit ihren sehr verdünnten Bestandteilen leicht selbst der

Zersetzung anheimfällt und der darin liegenden Hefe gefährlich werden kann. Es ist also die Pressung nur dann rationell, wenn sie diesem Gesichtspunkt Rechnung trägt und soweit geführt wird, daß die Hefe eine leicht zerreibliche feste Masse bildet. Die Hefe soll, wenn sie haltbar ist — siehe weiter oben unter Untersuchung und Begutachtung von Hefe — so viel Reservestoffe enthalten, daß sie auf Grund des etwa 75 bis 76 Proz. betragenden Wassergehaltes einige Tage, wenn auch beschränkt, atmen und leben kann. Im allgemeinen gibt die Presse selbst an, ob die Pressung zu Ende ist, wenn die in sie hineingepumpte flüssige Hefe fast ganz durch das Sicherheitsventil wieder in den Hefenbehälter zurückfließt und zu den Ablaufrohren der Platten fast kein Wasser mehr heraustropft. Beim Pressen der Hefe rächt und lohnt sich, wie überall im Betrieb, schlechte oder gute Arbeit. Ist die Hefe unreif abgeschöpft, in unreiner Säurung und schlecht verzuckerter Maische gewachsen, mit viel Maische abgeschöpft und mangelhaft gewaschen, weil sie vielleicht im Abwässerungsbottich aufgärte, aufwarf, dann hat die Presse zu tun, bis sie die Hefe in einen einigermaßen trockenen, versandbaren Brei gebracht hat; vorschriftsmäßig trocken wird sie dann nicht und büßt das auch in der Haltbarkeit. Bei normaler Arbeit aber wird die Hefe leicht trocken zu pressen sein, so daß beim Öffnen der Presse die Kuchen fast von selbst herausfallen, während bei schlecht sich pressender Hefe diese von den Preßtüchern herausgeschabt werden müssen. Jede Presse ist mit einem Sicherheitsventil versehen, das den Druck zu regulieren gestattet. Im Anfang läßt man die Kammern der Presse bei unbelastetem Sicherheitsventil sich füllen und rückt dann erst, wenn der Flüssigkeitsausfluß aus den Platten nachläßt, langsam das Gewicht vor, um mehr Druck in die Presse zu bekommen.

Es ist nicht bloß für die Platten besser, wenn so gearbeitet wird, nein, das Pressen wird auch nach der anderen Weise nicht beschleunigt. Die Platten sind auf nahezu gleichmäßige Druckbelastung berechnet, die aber zum Schluß und überhaupt — beim eigentlichen Trockenpressen, das normal bis zu 10 Atm. erfordern kann — nur dann vorliegt, wenn mit dem Sicherheitsventil erst auf höheren Druck reguliert wird, nachdem der Zwischenraum zwischen den Platten gleichmäßig mit einem bereits dicken Hefenbrei ausgefüllt ist, also der hydraulische Druck der Pumpe auf die Innenfläche der Platten teilweise oder größtenteils von dem mit Hefe angefüllten Zwischenraum aufgenommen wird. Hätten die Platten ohne richtige Befüllung den Druck auszuhalten, dann müßten sie stärker gebaut sein. So aber ist die beiderseitige Umlagerung der Platten mit dem bereits dicken Hefenbrei mit berechnet, damit sie den nötigen Druck auszuhalten vermögen. Bei unrichtiger Handhabung der Pressung können leicht Brüche der Platten vorkommen, die unliebsame Auseinandersetzungen mit dem Fabrikanten zur Folge haben, aber nur dann eventuell zu Lasten desselben gebucht werden können, wenn die Brüche bei zweckmäßiger Pressung vorkommen. Sie können aber ebenso von kleinen Gußfehlern herrühren, wie damit zusammenhängen, daß Gußeisen bei dauernder Belastung innere Veränderungen seiner Struktur erleiden kann, die es mit der Zeit weniger widerstandsfähig machen. Da heute — beim Drängen nach dem Verbot des Kartoffelmehlzusatzes und aus anderen Zweckmäßigkeitsgründen — fast nur mehr die Pressung reiner Hefe in Frage kommt, so ist eine vernünftige Handhabung der Pressen um so mehr geboten, als die Pressung reiner Hefe, wenn richtig trocken gepreßt werden

soll, nicht so leicht sich vollzieht als die der mit Kartoffelmehl gemischten Hefe. Vor 10 bis 15 Jahren noch waren doch Stärkezusätze üblich, die 50 bis 60 Proz. und mehr der Verkaufshefe betrugen, die sich dann leicht preßte. Überhaupt wurde in früheren Jahren der Kartoffelmehlzusatz vielfach gegeben, weil sich die erzeugte reine Hefe nicht pressen ließ, also im alten Verfahren unreife, schlecht gereinigte Hefe vorlag. Der Kartoffelmehlzusatz

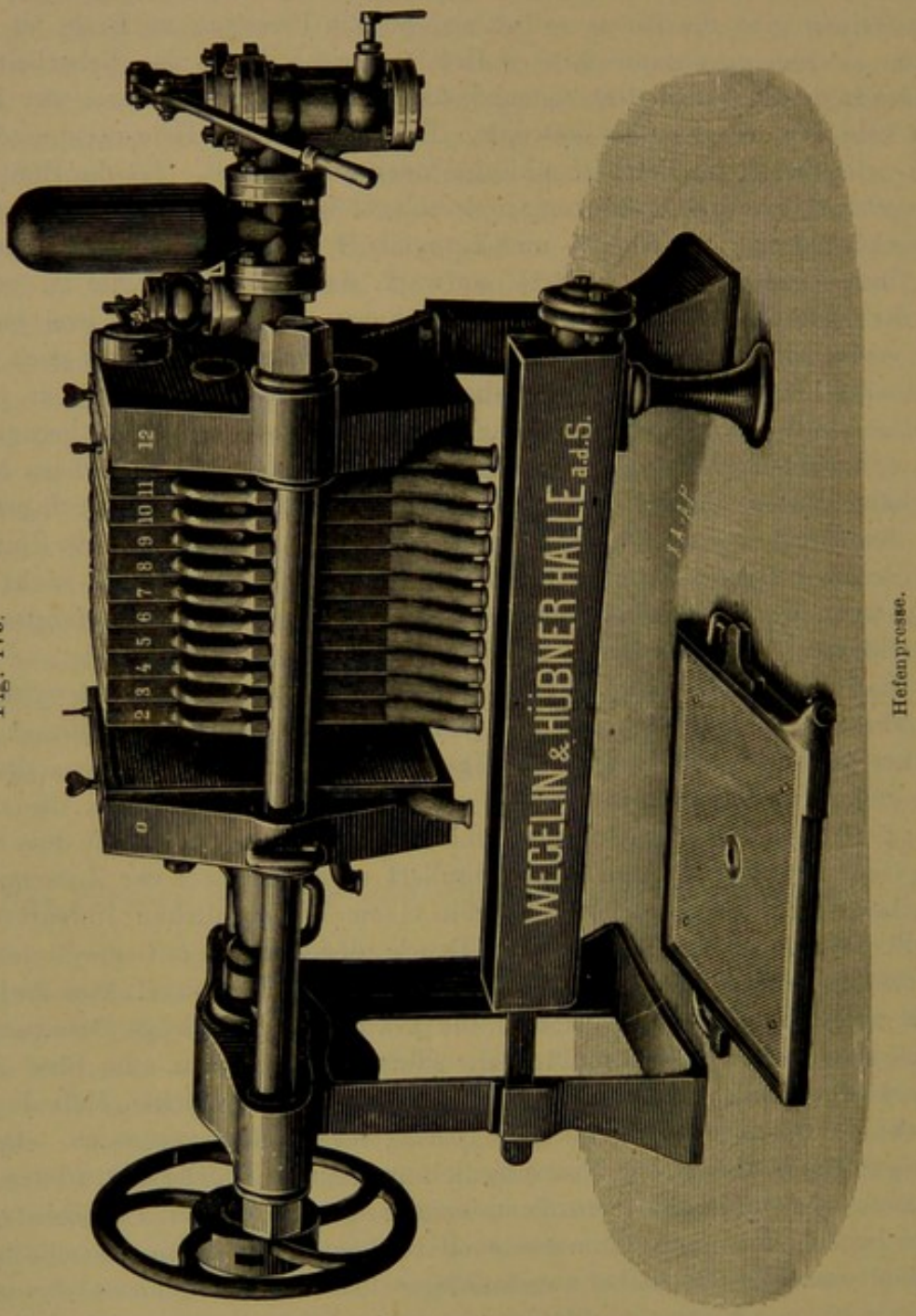


Fig. 175. Hefenpresse.

zur reinen Hefe bewirkt natürlich leichtere Pressung, weil diese Stärkeart eine Menge Wasser anzieht und infolge ihrer Zellengröße die Wasserabgabe der Preßmasse erleichtert.

Die Stärkemehlgabe zur flüssigen Hefe ist durchaus unzweckmäßig, weil sie um so viel mehr Preßarbeit verursacht, als ihre Erleichterung des Pressens Zeit erspart, und weil sie das Einhalten genauer Zusätze unmöglich macht.

Man mag über die Mischhefe denken wie man will, der einzige Grund, der für sie als einigermaßen annehmbar ins Feld geführt werden kann, ist der, daß sie im Preise sich billiger stellt, also im Kleinverkauf größere Mengen auszuschneiden gestattet. Als Verfälschung kann sie so lange nicht betrachtet werden, als der für sich doch völlig unschädliche Zusatz auf der

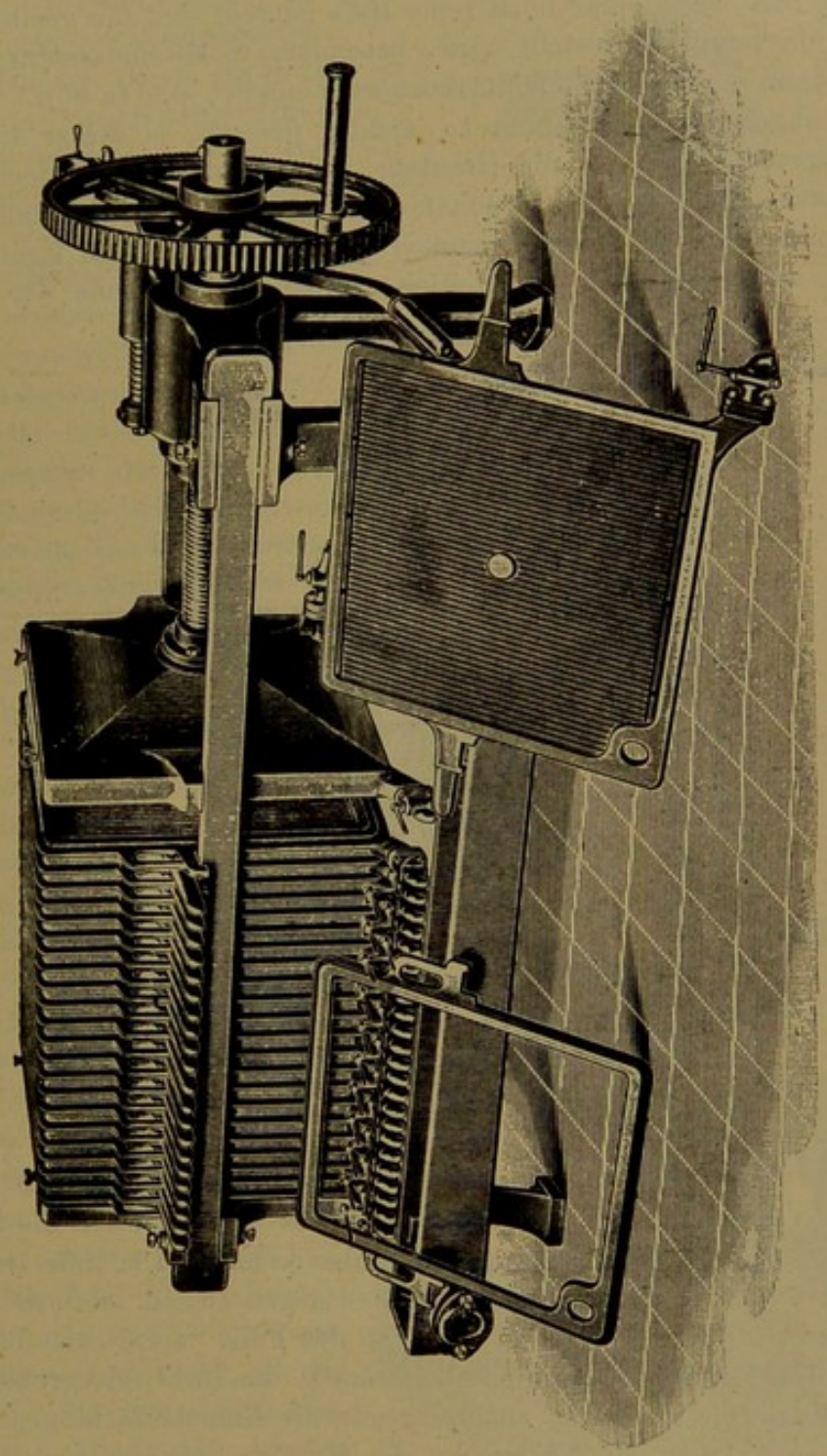
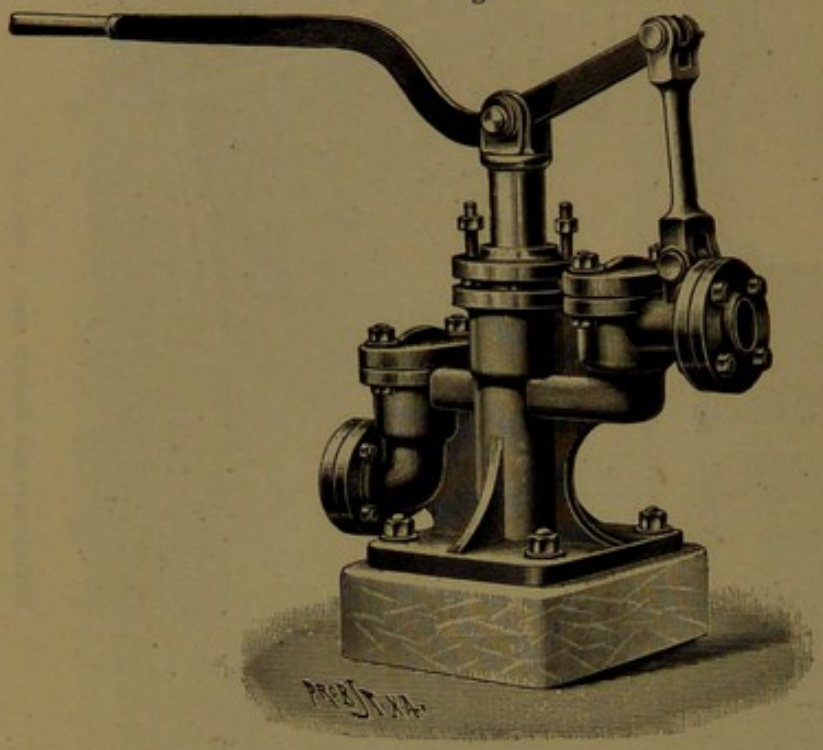


Fig. 176. Hefenpresse mit Platten ohne Lochbleche.

Umhüllung der Hefe deutlich deklariert wird. Trotzdem ja sicher ist, daß die Mischung der Hefe mit Stärke schließlich doch nichts weiter bedeuten kann, als Herabminderung der Gärkraft im Verhältnis des Zusatzes an gärungsunfähigem Stärkemehl, so steht doch auch fest, daß die Triebkraft nicht ganz dem Stärkezusatz entsprechend sinkt, weil die Stärke kleine Mengen Zucker, Eiweiß und Salze enthält, die der Hefe beim Antrieb zugute kommen.

Aber jedenfalls wäre es eine Vereinfachung des Handels mit Hefe und ein Fortschritt der Fabrikation, wenn das Verbot der Mischung der Hefe, wie in Österreich, Gesetz würde, und somit solche Hefen, die sich nur mit Stärke pressen lassen, ausgeschaltet würden. Es wäre aber auch eine Vereinfachung des Betriebes, der nur noch reine Hefe zu erstellen hätte. Wird doch schon fast überall nur noch reine Hefe gepreßt und die gemischte Hefe, wenn sie überhaupt hergestellt wird, besonders in Mischmaschinen erzeugt, bei denen dann wirklich genaue Stärkezusätze möglich sind (s. w. u.). Natürlich wird sich abgewässerte Hefe um so leichter pressen, je dicker sie sich im Wasser abgesetzt hat, ehe die Grauhefe abgenommen wird; doch hat das seine Grenzen, weil sonst die Grauhefe sich zu dicht in die Reinhefe lagert und mit mehr Reinhefe weggenommen werden muß. Man kann aber so verfahren, daß man nach rechtzeitiger günstiger Abnahme der Grauhefe

Fig. 177.

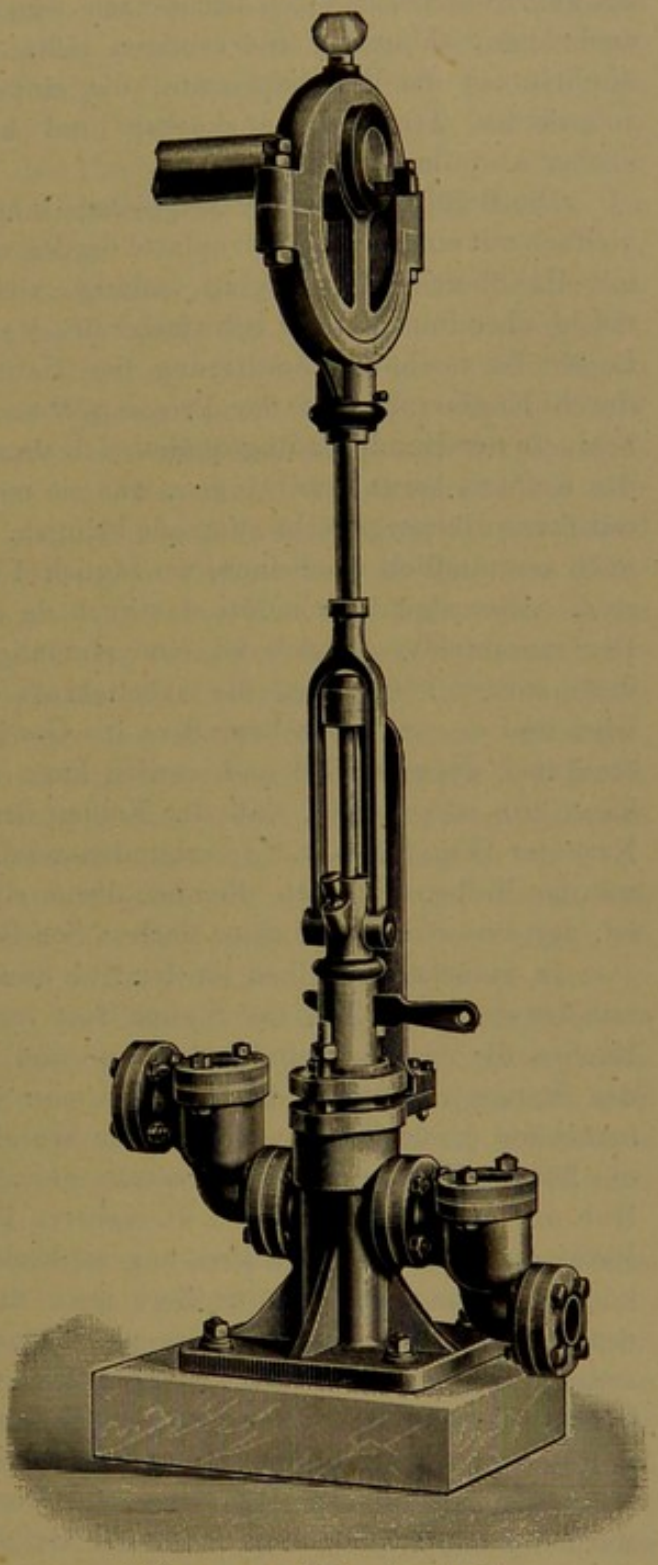


Handpumpe für Hefenpressen.

die Reinhefe stehen läßt und das sich bei ihrem Zusammensetzen oben ansammelnde Wasser mit dem Heberrohr verlustlos abzieht, wenn die Hefe, was zu bedauern wäre, nicht gleich gepreßt werden könnte. Die Hefe ist, wie wir früher gehört haben, nicht so unempfindlich gegen Druck, daß sie nicht Beschädigungen erleiden könnte. Dieses ist der Fall, wenn beim Beginn des Pressens durch Belastung des Sicherheitsventils die Hefe mit großem Druck, ehe sie in Masse die Kammern anfüllt, gegen die Kammerfläche gepreßt wird. Dann tritt auch leicht ein Nachgeben der Maschen des Gewebes der Filtertücher auf, was Hefenverluste bedeuten kann, mindestens aber Unzuträglichkeiten, weil die Kammer fortwährend Hefe durchläßt. Wie aus Fig. 175 (a. S. 436) ersichtlich, bestehen die Pressen im Prinzip aus einem besonders starken Kopf- und Schlußstück, zwischen denen die einzelnen Platten eingelegt und festgepreßt werden können. Früher wurden die etwas gerillten Plattenflächen noch mit flachen, gelochten Blechen belegt, um die Preßtücher

zu schonen und dem Preßwasser leichten Abfluß zu gestatten. Das Bild zeigt noch die Presse mit den alten, mit Lochblech versehenen Platten; im übrigen ist sie ganz modern. Die Firma liefert auch nur noch Preßplatten ohne Lochblechbelag. Denn mit diesem war ein großer Mißstand verknüpft, der bewies, wie gefährlich die geringen Mengen von Waschwasserbestandteilen, mit denen die Hefe nämlich zum Pressen kommt, dieser werden können. In kurzer Zeit bildeten sich hinter dem Lochblech weiße Beläge von allen möglichen Pilzkulturen, besonders von wilden Hefen, Oïdium lactis und säurebildenden Spaltpilzen (Essigsäure und Buttersäure). Ein öfteres Ausdämpfen oder Ausnehmen der Lochbleche und mechanische Reinigung von Platten und Blechen war erforderlich, was sehr umständlich ist.

Fig. 178.



Hefenpumpe mit Exzenterantrieb.

Es kann nicht deutlich genug gesagt werden, wie wenig die Lochbleche ihrem Zwecke entsprechen. Wo die Tücher auf den Löchern des Bleches liegen, pressen sie sich ein und erleiden so auch mit der Zeit die Brüchigkeit der Faser, wie beim Pressen ohne die Bleche, und an Zeit und Grad der Pressung wird nichts gewonnen. Also wo Ersatz von Platten alter Pressen nötig ist, nur solche ohne Lochbleche oder aber eine neue Presse nur mit lochblechfreien Platten wählen! Die Rillen dieser neuen Platten sind etwas flacher (s. Fig. 176, S. 437, Presse der Firma Bohm); oben und unten sind einige wagerechte Rillen angebracht, die die ausgepreßte Flüssigkeit zum Auslauf führen. Die Platten werden mit den „Preßtüchern“ behängt, die in der Mitte der Platten beim Durchgangskanal der flüssigen Hefe mittels Messingverschraubungen festgehalten sind. Ihr Gewebe muß so dicht und stark sein, daß es die Hefenzellen überhaupt zurückhalten kann und seine Maschen auch beim Pressungsdruck sich nicht so weit öffnen können, daß Hefe hindurchzutreten vermag

Solche brauchbare Preßtuchqualitäten sind heute für die Hefenpressung besonders gewebt in den bedeutenderen Webereien zu haben. Viele Betriebe nehmen die Tücher doppelt, was seine Schattenseiten hat, weil sie sich schwerer reinigen lassen. Man nimmt besser ein einfaches Tuch aus entsprechend starkem Gewebe, das sich leicht nach seiner Herausnahme mit heißem Wasser ausbrühen, abbürsten und reinigen läßt. Es gibt heute auch Apparate, die ähnlich wie die Waschapparate, die eingeworfenen gebrauchten Tücher in rotierenden Trommeln auskochen und unter Zufluß von reinem Wasser sauber abspülen.

Die Befüllung der Presse geschah lange — und geschieht heute noch — vielfach mit einer an die Stirnplatte der Presse anmontierten Pumpe (s. Fig. 175) mit Handbetrieb. Das ging, solange viel gemischte Hefe versandt wurde, macht aber immer mehr Schwierigkeit, wenn es sich um reine Hefe handelt. Besser ist noch die Montierung der Handpresse auf den Boden, die dann durch Kupferrohr mit der Presse verbunden wird (Fig. 177, S. 438). Zum Schlusse der Handpressung quälen sich dann 1 bis 2 Arbeiter ab, den Hebelarm des Kolbens herunterzubringen, was sie meist nur durch dessen Beschwerung mit ihrem Körpergewicht zustande bringen. In ganz kleinen Betrieben mag das noch verständlich erscheinen, wo täglich 1 bis 2 kleine Pressungen zu machen sind. Aber eigentlich müßte das auch da ein überwundener Standpunkt sein. Der maschinelle Antrieb ist eine einmalige nicht teuere Ausgabe, die sich doch wieder lohnt, weil die Arbeitskraft der Presser anderweitig verfügbar wird und — was ganz besonders ins Gewicht fällt — reine Hefe entschieden trockener gepreßt wird und werden kann als bei Handbetrieb. Der Antrieb kann nun so erfolgen, daß der Kolben der Pumpe mittels Stange mit einem Exzenter (Fig. 178 a. v. S.) verbunden wird. Oder aber man treibt die Pumpe mit der Kolbenstange an, die oben durch ein Lager um einen Zapfen beweglich ist, der exzentrisch auf einer flachen Scheibe sitzt und sich so hebt und senkt.

In manchen Fabriken ist der Hub durch eine Spindel verstellbar gemacht, mit der der obere Teil der Stange fest verbunden ist, der untere mit einer Büchse, die mit der Spindel sich vor- und rückwärts schiebt und so den Hub der Stange verkürzt. Auch findet man in Großbetrieben häufig eine entsprechend große Pumpe, die an der Wand oder auf dem Fußboden montiert die flüssige Hefe mehreren Pressen zudrückt. Auch hier ist ein verstellbarer Hub am Platze, um, wenn z. B. mehrere Pressen zu arbeiten beginnen, mehr Hefe, und wenn sich die Pressung zu Ende neigt, weniger Hefe zuführen zu können. Am besten kontrolliert man das nach der Hefenmenge, die aus dem Sicherheitsventil der Presse als überschüssig und von der Presse nicht mehr aufgenommen in den Hefenbehälter zurückströmt. Es ist klar, daß zuletzt fast keine Hefe mehr von den Kammern zurückgehalten wird, sondern nur noch der hydraulische Druck der eingepreßten flüssigen Hefe wirkt. So kann der verstellbare Hub sicher eine Vereinfachung bedeuten. Neuerdings werden auch Triplexpumpen für die Befüllung der Pressen sehr empfohlen. Diese bestehen aus drei nebeneinander stehenden einfachen Pumpen, die von einer gekröpften Achse so angetrieben werden, daß sie nacheinander bei kleinem Hub drücken und saugen, also die Hubhöhe einer großen Pumpe in drei kleinere zerlegen und so einen gleichmäßigen Druck erzeugen. Der Antrieb der Pumpe für jede Presse hat aber den Vorteil, daß diese voneinander unabhängig sind. Bei einer gemeinsamen Pumpe für mehrere Pressen

bedeutet ihre Störung den Stillstand der bedienten Pressen, wenn nicht eine Reservepumpe vorhanden ist. Wo also die Räumlichkeit die leichte Anbringung des speziellen Antriebs für jede Presse gestattet, ist das sicherer und empfehlenswerter.

Wo eine zweite Pumpe vorhanden ist, ist die getrennte Aufstellung der Pumpe am Boden oder ihre Anbringung an der Wand besser, weil die Arbeit der an der Presse anmontierten Pumpe die Kopfplatte stark beansprucht. Dagegen sind Dampfantriebspumpen im Preßraum zu vermeiden, da sie doch bei bester Isolierung Erwärmung der Umgebung verursachen. Zweckmäßig ist auch die Anbringung eines Windkessels, der besonders zum Schluß der Pressung sehr ausgleichend wirken kann.

Man baut ja die Pressen heute in Größen, daß auch für den Großbetrieb nur einige solcher riesigen Pressen nötig sind, die aber in nicht mehr Zeit, als die kleinen Pressen, ihre Arbeit vollziehen. Die Anzahl der zweckmäßigen speziellen Antriebe kann also durch Wahl entsprechend großer Pressen sehr eingeschränkt werden. Ein Mißverhältnis zwischen Pressengröße, Pressenleitung und zu pressender Hefe ist von dem einen Gesichtspunkt aus verwerflich, daß die Hefe länger als nötig feucht herumsteht, anstatt so schnell als möglich von der Fabrikationsflüssigkeit befreit und in den ihre Haltbarkeit bedeutenden trockenen Zustand (mit etwa 75 Proz. Wassergehalt) gepreßt zu werden. Richtige Pressengröße im Verhältnis der geforderten Arbeitsleistung ist aber auch Arbeitsersparnis, da Pressung, Befüllung und Entleerung einer großen oder kleinen Presse fast die gleiche Arbeitszeit verlangen. Je mehr die Größe der Presse dem Betrieb entspricht, desto mehr Zeit bleibt für die Reinigung der Tücher und der Presse selbst bei möglichst schneller Überführung der empfindlichen Naßhefe in den trockenen Zustand.

Bezüglich der Aufstellung sei praktisch darauf Rücksicht genommen, daß die Seite des Auslaufs der Pressen leicht zu begehen und zu besichtigen ist. Sonst kann, wenn ein Tuch undicht wird, Hefe weglaufen, ehe es bemerkt wird. Hat das dritte Wasser oder das Wasser, nach dessen Ablaufenlassen die Hefe zum Pressen von der Grauhefe befreit und hergerichtet wurde, einen nennenswerten Alkoholgehalt ergeben, der es abzubrennen zwingt, dann muß auch das von den Platten in den vor ihnen liegenden Sammelkanal abfließende Wasser dem Hefenwasser-Sammelbehälter zugeführt werden; andernfalls kann es weglaufen.

Läßt nun, wenn das Sicherheitsventil mit seinem Gewicht auf Höchstdruck gestellt ist, der Wasserablauf der Platten nach, so daß nur noch Tropfen erscheinen, so kann die Presse geöffnet werden. Die Hefe muß dann, wenn sie gut ist, richtig trocken sein und sich leicht von den Platten lösen, gegen den Rand der Platten zu mehr weiß, mehlig, gegen den Hefenkanal, der Mitte zu, schön weißlich-gelblich sein. Ehe die Presse geöffnet wird, ist der Hahn am Verschlußstück der Presse zu öffnen und die flüssige Hefe abzulassen (der Hahn steht in Verbindung mit dem Kanal, der die Platten der Presse bis zur Pumpe durchzieht), das Sicherheitsventil zu entlasten und, wenn die wünschenswerte Vorrichtung da ist, durch Heben der Ventile auch von dieser Seite der Hefenkanal zu entleeren.

Man läßt nun aus dem Hahn des Verschlußstückes die Hefe gut abtropfen, schließt ihn dann, schiebt unter die Presse einen sauber gearbeiteten, der Form der Presse angepaßten viereckigen Kasten, dessen Höhe dem Ab-

stande Unterkante Platten bis Fußboden entspricht und der möglichst den Inhalt der Presse fassen soll. Nun wird die Spindel am Verschluß zurückgedreht, das Verschlußstück zurückgezogen und die Hefe — soweit sie nicht glatt abfällt — mit schwach geschärften, ganz flachen kleinen Holzschaufeln von den Tüchern, ohne diese zu beschädigen, abgestreift. Ehe die Presse geschlossen wird, sind schadhaft erwiesene Tücher zu ersetzen.

e) Der Versand der reinen und gemischten Hefe.

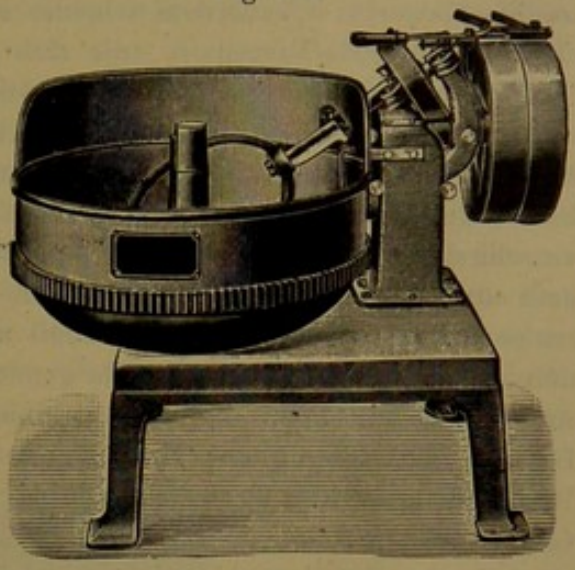
Wird die aus der Presse entnommene Hefe, die gut gepreßt eine leicht und fein zerreibliche, in ihren feuchteren Stücken von der Mitte der Platten leicht brechbare, dabei nicht zähe Masse bildet, nicht sofort verwendet, sondern als Vorrat für einige Stunden aufbewahrt, so wird sie im Kasten mit einer kleinen, blechernen Handschaufel ziemlich fein zerstoßen, mit der Hand verrieben und in kleinen Schichten in einen Holzbottich gegeben. Jede derselben ist mit der Hand gut festzustampfen, ehe die neue darauf gegeben wird. Zweckmäßig ist bei guter, stark ausgepreßter Hefe das Anfeuchten der festgestopften Schichten mit etwas reinem Wasser vor Auflage der neuen, so daß die im Holzbottich eingedrückte Hefe eine möglichst wenig Lufträume bietende, zusammenhängende Masse bildet, deren Oberfläche nach dem Feststopfen etwas stärker mit Wasser angefeuchtet wird.

Dieses Einstampfen der Hefe ist sehr ernst zu nehmen, da z. B. Lufträume in der Hefe diese zu einer Atmungstätigkeit veranlassen, für die kein Material außer der Hefe selbst da ist. Sie erwärmt sich unter Umständen bis auf 50°, was natürlich längst völliges Verderben bedeutet. Es gehen eben hier auch plasmolytische Prozesse vor, da die durch die Luft gereizten Enzyme außer dem Zellinhalt nichts Verarbeitbares vorfinden.

In normalen Zeiten ist die Fabrikation der Hefe dem Versand angepaßt, so daß sie höchstens 8 bis 10 bis 12 Stunden steht, ehe sie zum Versand, zur Auspfundung kommt. Für Großbetriebe, die besonders Samstag abends wegen der Sonntagsruhe mit größeren Mengen Vorrat für Montag rechnen müssen, empfehlen sich Kühlräume, die auf etwa 10 bis 12°, nicht darunter, zu halten sind. Tiefere Aufbewahrungstemperaturen schaden der Hefe. Kleine Ammoniakkühlmaschinenanlagen sind hier sehr am Platze und nicht mehr so teuer, seitdem solche mit dem geringen Überdruck des Maschinenabdampfes betrieben werden können. Die Firma Sensenbrenner Maschinenfabrik Düsseldorf-Oberkassel baut solche Maschinen. Eine Kühlanlage für 5000 kg tägliche Lagerung kostet etwa 15 000 *M*. Wird nun die Hefe zum Versand benötigt, so wird sie zuerst der Mischmaschine übergeben, die die im Wassergehalt ungleichen Hefenmassen durchknetet und gleichmäßige Beschaffenheit erzwingt. Doch sei hiermit darauf hingewiesen, daß für diesen Zweck nicht einfach Maschinen, die anderen ähnlichen Zwecken dienen, verwendet werden können. Eine Mischmaschine, die z. B. verschiedenfarbige Seife zu der marmorierten Sorte sehr gut verarbeitet, würde die Hefe direkt schädigen. Die Tätigkeit der Mischmaschine muß dem empfindlichen Charakter der Hefe angepaßt sein; denn die zarte Masse der Hefe ist nur mit Vorsicht maschinell zu bearbeiten. Eine Mischmaschine für die reine Hefe sollte heute nirgends fehlen. Angefeuchtet muß jede Hefe für die Auspfundung und den Versand werden, und mit der Hand ist das gleichmäßig nicht möglich; die Pfunde zeigen dann auf

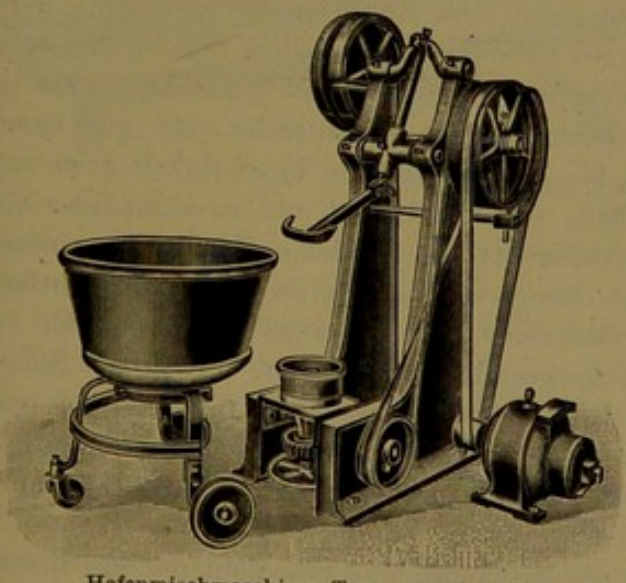
der Schnittfläche Schlieren, spiralige, ineinander laufende, hellere und dunklere Linien, Schichten ungleichen Wassergehaltes. Man schöpft also die Hefe aus dem Vorratskasten — oder wenn der Bedarf es verlangt — direkt aus dem Hefenkasten in die Mischmaschine, wie sie (Fig. 179) die Firma Bohm liefert. Der mit Zahnkranz versehene Aufnahmebehälter rotiert, während die Gabel im Innern desselben sich der Drehung des Behälters entgegen bewegt. Über der Mischmaschine ist eine feine Wasserbrause anzubringen. Man bringt also die Hefe in die gehende Mischmaschine und kann gleichzeitig etwas Wasser geben, so daß — die Übung wird das bringen — beim Ende des Einschöpfens gerade genügend Wasser der bestimmten Menge Hefe, die die Maschine aufnehmen kann, beigemengt ist und die Maschine nur noch einige Minuten zu arbeiten hat, um das Wasser gleichmäßig zu verteilen. Zweckmäßig gibt man jeder Pfundmaschine eine Mischmaschine; doch kann man auch eine große Mischmaschine aufstellen, in der die Hefe für mehrere Pfundmaschinen zubereitet wird. Es muß dann die fertig gemischte Hefe den einzelnen Pfundmaschinen zugetragen oder zugefahren werden. Die Maschinenbaugesellschaft Golzern-Grimma bringt die folgende Maschine in den Handel, die es ermöglicht, den Mischkessel auf einem fahrbaren Gestell bei den Pressen zu füllen, der Maschine zuzufahren und ihr einzufügen.

Fig. 179.



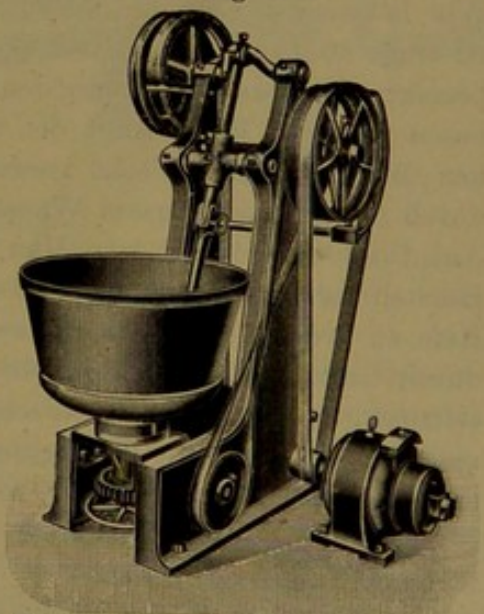
Hefenmischmaschine.

Fig. 180.



Hefenmischmaschine; Trog ausgefahren.

Fig. 181.



Hefenmischmaschine; Trog eingefahren.

Die beiden Bilder (Fig. 180 u. 181) zeigen die Maschine im Betrieb und mit ausgefahrenem Trog.

Der Trog rotiert mit der Hefe, während der Mischhebel die Masse bearbeitet.

Hier sei gleich die Herstellung der Mischhefe beschrieben, deren Tage wohl gezählt sein dürften. Man wird diesen alten Zopf hoffentlich nicht länger beibehalten wollen. Auch der Konsument wird bald erkannt haben, daß Kartoffelmehl eben keine Hefe ist und er infolgedessen von reiner Hefe weniger braucht. Außerdem scheidet der Zwang, nur reine Hefe pressen zu dürfen, schlechte Ware aus, die sich ohne Stärkezusatz nicht pressen will. Solange also die gemischte Hefe benötigt wird oder hergestellt werden darf, sollte es verboten sein, sie durch Mischen der flüssigen Hefe mit Stärke und durch Pressen des Gemisches zu erstellen. Eine Dosierung des Zusatzes innerhalb annehmbarer Grenzen ist hier gar nicht möglich. Man muß den ganz verschieden dicken oder dünnen Hefenbrei auf seine darin enthaltene Verkaufshefe abschätzen, um den Stärkezusatz so nach dem Blick zu bemessen. Das ist natürlich keine zeitgemäße Arbeit mehr. Benutzt man die Mischmaschine, dann kann man wenigstens stets genaue Mengen trockengepreßter reiner Hefe und Stärke mischen. Bemerkt sei hier, daß nur das Beste an Stärkemehl für die Beimischung zur Hefe genommen werden darf, worin — wegen des Preises kommt nur Kartoffelmehl in Frage — unsere Kartoffelstärkefabriken Großes leisten.

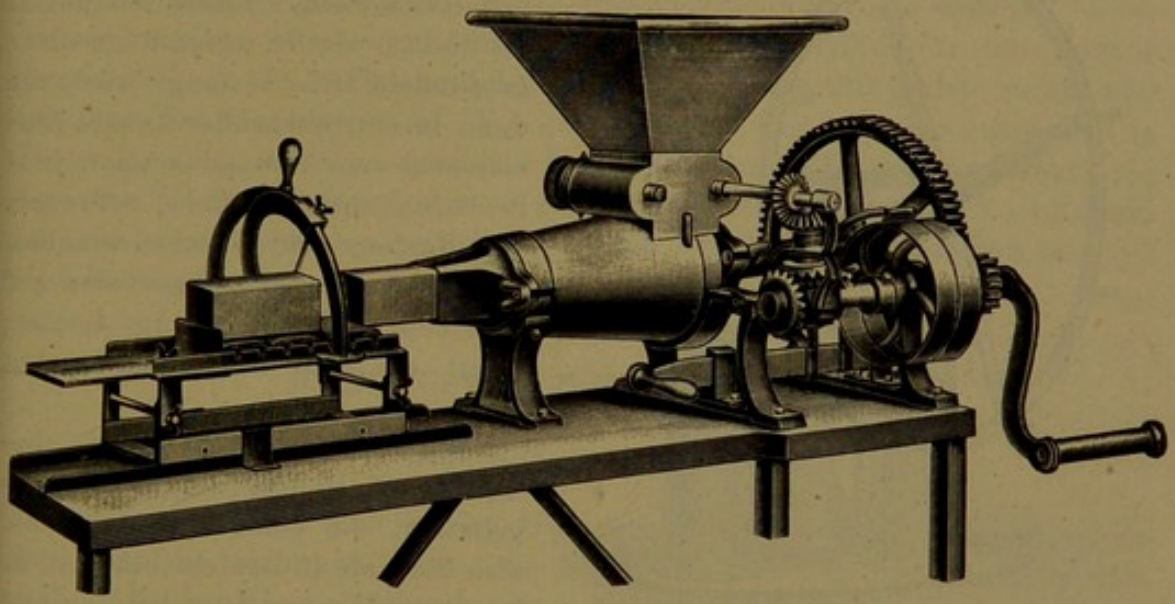
Da der Stärkezusatz nicht über 30 Proz. betragen soll, und die Stärke in der Hefe etwa bis zu 36 Proz. Wasser anzieht, also 100 kg Kartoffelmehl eine Mehrung von 15 bis 18 kg durch die Wasseraufnahme bedeuten, so würde z. B. eine Mischung von 100 kg trockengepreßter Hefe mit 45 kg prima superior Handelskartoffelmehl noch etwa 7 bis 8 Liter Wasser benötigen, um dem Bedarf des Kartoffelmehls an Wasser zu genügen. Man würde also nicht 145, sondern etwa 153 bis 155 kg fertiges Gemisch erhalten, das sich auspfunden läßt (s. auch Stärkebestimmung in Hefe durch den Wassergehalt). Wir hätten demnach die 45 kg Kartoffelmehl in 153 kg Verkaufshefe, also zu rund 30 Proz. Auf diese Weise kann dem Kunden, der gemischte Hefe bezieht oder wünscht, wenigstens ein Produkt mit gleichem Stärkegehalt geboten werden. Man bringt die trockengepreßte Hefe mit dem Stärkemehl in den Mischbehälter, mischt zuerst beide trocken miteinander und gibt dann durch die Brause langsam Wasser, bis der gewünschte Feuchtigkeitsgrad zur Auspfundung erreicht ist. Man sieht, wie viel besser und zweckmäßiger die Herstellung der Mischhefe sich so vollzieht; der Betrieb selbst hat nur reine Hefe zu pressen, wodurch die ewige Sorge wegfällt, beide Sorten gelegentlich durch Unvorsichtigkeit gemischt oder reine Hefe in einer Presse gepreßt zu erhalten, in der vorher gemischte hergestellt worden war. Auch die Sorge und der Umstand der Reinigung von Pumpe, Presse und Behälter von gemischter Hefe, wenn wieder reine Hefe gepreßt werden soll, ist beseitigt. Außerdem aber wird auch der beim Einleeren der Stärke in die Hefe auftretende Staub vermieden.

Die Einfüllung der Stärke in die Mischmaschine geschieht mit der Blechschippe so gut wie staubfrei. Am besten ist aber das Ausscheiden der gemischten Hefe aus der Hefenindustrie überhaupt durch ihr Handelsverbot.

Zum Versand wird die Hefe in Pfundstücke von viereckig-prismatischer Form gebracht, was mit der Pfundungs- und Teilmaschine (Fig. 182) erreicht wird. Die Konsistenz der Hefenmasse muß der Jahreszeit und der Tatsache angemessen sein, daß die Hefe einige Tage durch ihren Feuchtigkeitsgehalt bis zu ihrer Verwendung lebt und gering atmet. Sie wird also im Winter

beim Versand bis zur Verwendung weniger Wasser beanspruchen als im Sommer. Die Form- und Teilmaschine besteht aus einem metallenen Konus, in dem eine Schnecke die eingebrachte Hefenmasse durch ein viereckiges Mundstück nach vorn treibt, auf einen mit Messer versehenen Schlitten auflegt und weiterschiebt. Mit dem beweglichen Messer können Stücke von je einem Pfund abgeschnitten werden, deren Länge je nach dem Feuchtigkeitsgrad der Hefe durch einen verstellbaren Anschlag vorn am Schlitten einzustellen ist. Meist wird ein kleines Übergewicht gegeben, damit bei normaler Versanddauer die Hefe noch im Gewicht von $^1/_2$ kg beim Konsumenten ankommt. Beim alten Verfahren tritt nun beim Auspfunden eine Eigentümlichkeit nicht auf, die die Lufthefe häufig mit sich bringt. Die Hefe alten Verfahrens läßt sich — normale Arbeit vorausgesetzt — stets gut auspfunden, ohne daß die aus dem Mundstück kommende Hefenmasse reißt und so das Pfunden, das Gewinnen ganzer, schöner Stücke, sehr erschwert. Tritt dieser Fall bei Lufthefe ein, dann genügt merkwürdigerweise ein kleiner Zusatz von Hefe alten Verfahrens,

Fig. 182.



Hefen-Pfund- und Teilmaschine.

um den Mißstand zu beseitigen. Wir werden bei der Lufthefe weiter darüber sprechen.

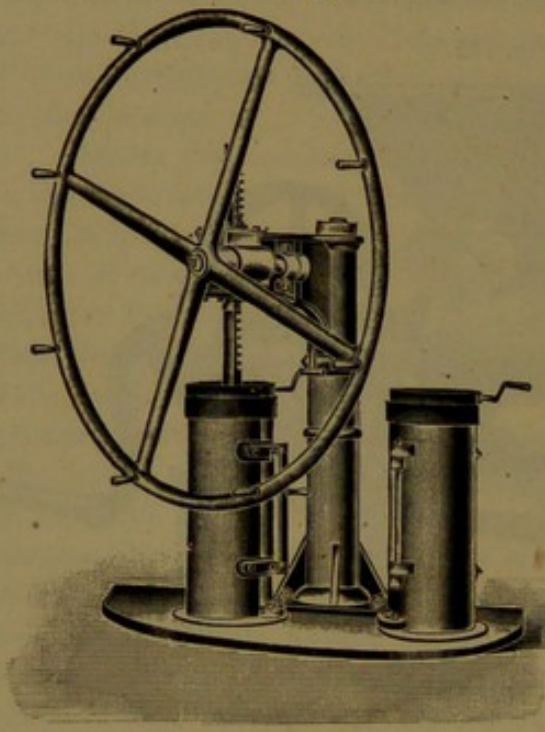
Bei den Pfundmaschinen ist dringend darauf zu sehen, daß eine Schutzvorrichtung angebracht ist (wie in Fig. 182), die es unmöglich macht, daß der die Hefe einfüllende Arbeiter etwa die Hand bis zum Konus bringen kann, dessen Schnecke den Fingern sehr gefährlich ist und schon manchen glatt abgenommen hat. Über der Schnecke läuft quer zu ihrer Achse unten am Einfülltrichter ein glattes Walzenpaar gegeneinander, das die Hefe packt und zur Schnecke führt, aber so viel Zwischenraum hat, daß die Hand nicht hindurchgesteckt, aber auch nicht beschädigt werden kann! Zum eventuellen Nachstopfen sollte immer ein passendes Holzstäbchen dienen. Der Antrieb der Maschine erfolgt mit Riemen und nur bei Betriebsstörung ausnahmsweise mit der Hand, was vorgesehen ist.

Die ausgepfundete Hefe muß der Einwirkung der Luft entzogen werden, weil diese die Farbe ungünstig beeinflußt und sie rasch eintrocknen läßt. Man wickelt deshalb die Hefe — ganz luftabschließend darf die Umhüllung nicht

sein — zuerst in ein dünnes weißes pergamentähnliches Papier (Pergamin) und dann erst in ein geleimtes stärkeres Papier, das den Aufdruck der Firma usw. erhält. Würde dieses direkt um die Hefe gewickelt werden, so könnte es durch seine Appretur der Hefe gefährlich werden, zumal auch die Luft- und Feuchtigkeitsdurchlässigkeit zu gering wäre.

Die Hefenpfunde kommen nun in starken Pappkartons, wozu sich namentlich 9 Pfd.-Kolli eignen, oder in Holzkistchen jeder Größe bis zu 25 Pfd. zum Versand. Viele Großbetriebe stellen sich die Pappkartons selbst her, die einfach für jede Anzahl Pfunde entsprechend gefalzt und eingeschnitten sind. Teilweise werden auch für den Versand nur die losen Bretter der entsprechenden Kistenform bezogen, um die gewünschte Anzahl Pfunde gelegt und das Ganze mit Packpapier umwickelt, was aber für größere Einzelsendungen schlecht durchführbar ist. Für Sendungen von über 9 Pfd. sind Pappkartons nicht mehr zweckmäßig, sondern besser Kistchen zu wählen, die heute von Spezialfabriken billig und sauber geliefert werden. Größere Sendungen als 25 Pfd. werden meist, wenn nicht gepfundete Hefe verlangt wird, die dann in entsprechender Anzahl Einzelkisten zum Versand kommt, jetzt in sogenannten Beuteln vollzogen. Die Kartons und Kistchen erhalten im Sommer zweckmäßigerweise auf zwei oder drei Seiten einige Löcher, damit die Hefe besser ausdunsten kann.

Fig. 183.



Hefenbeutelpresse.

Haben früher schon viele Betriebe große Mengen Hefe an Händler geliefert, die selbst auspfundeten, also die Hefe in Beuteln bezogen, so ist dieser Versand jetzt bei uns fast allgemein üblich geworden, da die deutschen Preßhefenfabrikanten sich zu einem Verband zusammengeschlossen haben, der die gesamte Produktion der einzelnen Fabriken gemeinsam verwertet. An ihn bzw. seine Vertriebsstellen liefern die Fabriken in Beuteln ihre Tageserzeugungen. Der Beutelversand hat seine Vorzüge, weil er handlich ist — die Beutel wiegen meist 25 bis 30 kg — und bei richtiger Arbeit des Stopfens die Hefe sich sehr gut so hält. Der meist aus Jutefaser hergestellte Beutel ist ja luft- und feuchtigkeitsdurchlässig, so daß die Hefe für die geringe Lebensbetätigung kein Hindernis hat. Wenn da und dort früher das Stopfen von Hand bei geringem Beutelversand üblich war, so ist doch jetzt diese Arbeit so im Großen vorzunehmen, daß man, um die Unzulänglichkeit menschlicher Arbeit auch hier zu umgehen, Maschinen dazu verwendet. In unrichtig gestopften Beuteln ist die Hefe in kurzer Zeit dem Verderben geweiht. Nebenstehend eine einfache Vorrichtung zum Füllen der Beutel (Fig. 183). Die Hefe darf für den Beutelversand nicht zu trocken sein und wird deshalb am besten in der Mischmaschine auf den richtigen Feuchtigkeitsgrad gebracht, der etwas geringer

sein soll als zum Auspfunden, so daß die Hefe leicht lückenlos sich aufeinanderschichten läßt. Die Beutel werden nun oben in den Zylindern mit einer an diesen befindlichen Vorrichtung festgeklemmt, so daß sie den Boden der Zylinder berühren, und mit Hefe lagenweise beschickt. Jede Schicht wird nun mittels des an der Zahnstange befindlichen und in den Beutel geführten Kolbens durch Drehen des Rades festgedrückt; zum Schluß, wenn die gewünschte Füllung im Beutel ist, wird die ganze Masse nochmals stark gepreßt, damit die Hefe alle Falten ausfüllt und Lufträume vermieden werden — eine zu starke, der Hefe schädliche Pressung verhindert der Bau der Beutelpresse —, dann der Kolben hochgezogen, weggedreht, der Beutel aus dem mit Scharnier verschließbaren geöffneten Zylinder entnommen und oben straff zugenäht. Vor dem Versand empfiehlt sich ein kurzes Eintauchen der Beutel in frisches Wasser. Das Gewebe des Beutels saugt sich mit Wasser voll, das etwas Hefe löst und beim Abtrocknen damit die Poren genügend gegen die Außenluft abdichtet. In Beuteln richtig gestopft hält sich die Hefe lange gut. Da aber die Hefe kaum auf großen Vorrat hergestellt, sondern möglichst nach Bedarf erzeugt wird, also Vorräte nur für Festzeiten in Betracht kommen, so ist die Stopfung der Hefe in Beutel nur für den Versand zweckmäßig, da die in Holzbottichen eingestopfte Hefe sich gerade so gut hält und diese Arbeit einfacher ist. Wo große Vorräte aus besonderen Gründen in Frage kommen, ist eben dann ein Kühlraum von 10 bis 12° vorzusehen, in dem sich die Hefe in Holzbottichen sehr lange hält. Erfolgt der Versand nur in Beuteln, dann wird natürlich der ganze Hefenbestand in Beutel gestopft und darin gelagert.

5. Die Gewinnung des Alkohols.

a) Allgemeines.

Bekanntlich hat sich in der Gärung neben der Hefe Alkohol gebildet, der, wenn die Gärung zu Ende, die Maische vergoren ist, gewonnen werden muß. Aus den Konzentrationen, die z. B. im alten Verfahren üblich sind, — die Hauptmaische zeigt ja 10 bis 11° Saccharometer —, ergibt sich, daß der Alkoholgehalt der vergorenen Maische etwa 4 bis 4,5 Proz. betragen kann. Bei der Gewinnung des Alkohols kommt uns sein Siedepunkt zu Hilfe, der bei 80° liegt, also 20° unter dem des Wassers. Die Trennung des Alkohols von seinen Begleitern in der Maische, von all den Trebern, den unvergorenen Substanzen, den Salzen usw., geschieht durch Destillation, d. h. durch Erhitzung der Maische bis zum Sieden und durch nachherige Verdichtung der Dämpfe. Wenn auch selbst bei dieser einfachen Prozedur zuerst fast nur Alkoholdämpfe entweichen, so wird doch, wenn auch die letzten Anteile gewonnen werden sollen, die Konzentration des gewonnenen Destillates so gering, daß es einer Wiederholung der Arbeit mit dem Destillat bedarf, um schließlich höherprozentigen Alkohol zu erhalten. Seine heutige volkstümliche Bezeichnung als „Branntwein“ verdankt ja der Alkohol der Tatsache, daß er zuerst aus Wein durch Destillation gewonnen wurde.

Als die Branntweinerzeugung bei uns anfing fabrikmäßig betrieben zu werden, waren die ersten dabei benutzten Apparate nicht viel verschieden von jenen der Alchemisten, die zuerst Wein destillierten. Es waren ein-

fache Kochblasen mit aufgesetztem Helm, dessen Rohr zu einer Kühlschlange führte, die in einem mit Wasser gefüllten Holzfaß sich befand. Das Ende der Kühlschlange ging durch die Faßwand hindurch, so daß in einem vorgelegten Gefäß die verdichteten Dämpfe aufgefangen werden konnten. Der Inhalt der Kochblasen wurde durch direktes Feuer erhitzt. Es war schon ein großer Fortschritt, als man den gespannten Dampf in den Dienst der Sache stellte; denn von da an datiert die eigentliche Entwickelung der Technik des Baues von Destillationsapparaten. Schon die ersten Apparate von Gall und Pistorius lieferten in einer Operation ziemlich hochprozentige Ware. 1867 kam die bekannte Firma Bohm mit ihrem kontinuierlich wirkenden Brennapparat, während bis dahin nur die periodischen Apparate bekannt waren. Der Fortschritt in dem Bau von Brennapparaten geht Hand in Hand mit langwierigen Untersuchungen über das Verhalten von Alkoholdämpfen und von Alkoholwassergemischen unter den verschiedensten Bedingungen und gibt ein interessantes Bild von der Entwickelung der Technik der Spiritusindustrie.

Wer sich eingehend über die theoretische Grundlage des Spiritusdestillationsprozesses unterrichten will, möge in Spezialwerken, z. B. Maerkers Handbuch der Spiritusfabrikation, darüber nachlesen. Obwohl die Spiritusgewinnung heute noch — besonders im alten Verfahren — untrennbar mit der der Hefe verbunden ist, ginge es doch über den Rahmen des Buches hinaus, näher auf die Sache einzugehen. Sehr verdient gemacht hat sich um die wissenschaftliche Technik des Baues von Destillationsapparaten für Spiritusgewinnung R. Ilges, Köln-Bayenthal, der als erster einen Automaten brachte, der selbsttätig je nach Bedarf dem Apparat die vergorene Maische zuführte. Auf seinen wissenschaftlichen Begründungen und Theorien weiterbauend, können wir heute von Automaten reden, die aus Maische oder Würze direkt Feinsprit erzeugen, oder von kontinuierlichen Apparaten, die dieselbe Arbeit leisten. Apparate selbst einfachster Konstruktion liefern uns heute aus sehr alkoholarmen Maischen oder Würzen Alkohol von 95 bis 96 Vol.-Proz.

b) Die Theorie der Destillation.

Darüber seien zum Verständnis der später zu beschreibenden Apparate kurz einige Angaben gemacht. Obwohl in der Maische außer Wasser und Alkohol, also zwei in jedem Verhältnis mischbaren Körpern, noch solche enthalten sind, die mit dem einen dieser beiden nicht immer mischbar und in ihm unlöslich sind, wie die Fuselöle im Wasser, so sind doch diese in so geringen Mengen vorhanden, daß wir einfach ein Gemisch von Alkohol und Wasser als vorliegend annehmen können. Für solche Gemenge aus leicht mischbaren Körpern gelten folgende Regeln über ihr Verhalten beim Sieden. Die Siedetemperatur steht in einem bestimmten Verhältnis zum Gehalt der Mischung an den Komponenten und steigt bis zur Isolierung des einen Bestandteiles oder zur Erreichung einer unveränderlichen Mischung. Die Siedetemperatur liegt über derjenigen, bei der die beiden Sättigungsdrucke der Einzeldämpfe gleich dem gegebenen äußeren Drucke sind.

Das Dampfgemisch ist seiner Zusammensetzung nach abhängig von der siedenden Flüssigkeit, so daß der gleichen Temperatur das gleiche Mengenverhältnis in den Dämpfen und der Flüssigkeit entspricht und die Zunahme der

Siedetemperatur eine Anreicherung der Dämpfe mit dem niedriger siedenden Anteil im Gefolge hat.

Ein siedendes Gemisch von Alkohol und Wasser wird also stets Dämpfe entwickeln, die reicher an Alkohol als dieses sind, und deshalb ein Steigen der Siedetemperatur aufweisen, so daß bei Erreichung derjenigen des Wassers bereits aller Alkohol in Dampfform verwandelt, also bei Abkühlung der entwickelten Dämpfe das Destillat mit Alkohol angereichert ist.

Aus dieser Tatsache ergibt sich die Art der Anreicherung des Destillats, wie sie früher vollzogen wurde, indem man es einfach wiederholt destillierte. Bei dieser Arbeitsweise aber wäre eine vier- bis fünfmalige Destillation nötig, um auf heutige annehmbare Gradstärken zu kommen. Allein der Weg für die Weiterentwickelung des Brennapparatenbaues war mit Erkenntnis obiger Gesetze gewiesen. Man brauchte bloß die Destillationsapparate so zu bauen, daß die wiederholte Destillation zur Anreicherung des Kondensates an Alkohol im gleichen Apparat in einmaliger Operation erfolgen konnte. Man nennt den Prozeß der wiederholten Verdampfung „Rektifikation“ und den der wiederholten Verdichtung „Dephlegmierung“ oder „Dephlegmation“ (auch Kondensation).

Die neuen Apparate reihen nun zuerst einige Rektifikationen aneinander, d. h. lassen die alkoholhaltigen Dämpfe die Rektifikationskolonne durchstreichen, um sie dann dem Dephlegmator zuzuführen. In diesem teilweise verdichtet, fließen sie in die Rektifikationskolonne zurück, in der sie mit den aufsteigenden Dämpfen zusammentreffen, durch diese zum Sieden kommen und an diese ihren Alkoholgehalt abgeben, ein Kreislauf, der natürlich schließlich zu hochprozentigem Alkohol führen muß. Rektifikator und Dephlegmator, die im Prinzip untrennbar sind, da sie einander in die Hände arbeiten müssen, um etwas zu erreichen, machen somit die unerläßlichen Bestandteile des Brennapparates aus. Die Wirkung des Dephlegmators ist eine Frage, die zu erklären mit ungeheuer viel Fleiß versucht wurde, ohne daß bis jetzt eine Einigung zu erzielen war. Eine Richtung nimmt an, daß im Dephlegmator der größte Teil der Wasserdämpfe mit einem Teil der Alkoholdämpfe unter der Wirkung von Kühlwasser oder kalter Maische sich niederschlägt und dem Rektifikator zufließt, dagegen der größte Teil der Alkoholdämpfe unverdichtet, aber hochprozentig dem Kühler zur Kondensierung zuströmt. Pampe jedoch, einer der besten Kenner der einschlägigen Verhältnisse, verweist diese partielle Verdichtung ins Märchenland, da sie noch nie nachgewiesen sei. Nach ihm findet im Dephlegmator eine stetige Verdichtung der gesamten Alkohol-Wasserdämpfe ohne eine Scheidung in alkoholarme und alkoholreiche Anteile statt und zwar gleichzeitig mit sofort wieder eintretender Verdampfung derselben durch die stets neu einströmenden Alkohol-Wasserdämpfe. Dadurch trete allmählich eine Anreicherung der Dämpfe gewissermaßen als Folge wiederholter Destillation ein. Es wäre also die Dephlegmierung ein fortwährender Wechsel zwischen Verdichtung und Wiederverdampfung, welch letztere die nachströmenden Dämpfe aus der Rektifikationskolonne zu besorgen hätten.

Der Verfasser glaubt, nach seiner Erfahrung Pampe Recht geben zu müssen. Die in den Dephlegmator eintretenden Alkohol-Wasserdämpfe werden an der Kaltwasser- oder Maischeleitung verdichtet, wobei eine große Menge Wärme frei wird, die nicht alle an das Kühlwasser abgegeben wird, sondern teilweise zur Wiederverdampfung kondensierter Teile hinreicht. Das Konden-

satorwasser hat bei den besten, 95 bis 96 Vol.-Proz. liefernden Apparaten meist 70°. Eine Erhöhung der Temperatur geht immer mit Unregelmäßigkeiten im Abtrieb Hand in Hand, ist also vermutlich nicht normal. Dem Alkoholgehalt von 4 Proz. in der Maische entspricht bei gewöhnlichem Drucke eine Siedetemperatur von 96,6°; bei Kondensation von Wasserdampf von 100° zu Wasser von 100° werden aber 537 Wärmeeinheiten frei. Es geht also sicher im Kondensator eine Verdampfung neben der Kondensierung einher, wodurch sich auch die Spannung erklärt, unter der der Dephlegmator steht, obwohl doch eigentlich durch das mit etwa 25° ein- und mit 70° ausströmende Wasser in Verbindung mit der Kühlwirkung der kalten Maische tatsächlich eine durchgreifende Kondensierung mit Druckerniedrigung zu erwarten wäre.

Soweit im Wechselspiel der Kondensatorwirkung die Verdampfung nicht erfolgen kann, sammelt sich ein wässeriges Kondensat an, das der Rektifikationskolonne zufließt. Da der abfließende „Lutter", wie dieses Kondensat genannt wird, während des normalen Betriebes des Apparates einen ziemlich gleichbleibenden Alkoholgehalt hat, so müßte er eigentlich das Kondensat derjenigen Anteile des Dampfgemisches darstellen, die bei dem rasch aufeinanderfolgenden Abkühlungs- und Wiederverdampfungsprozeß im Dephlegmator nicht mehr zur Vergasung gelangen können. Das wären also hauptsächlich die Wasseranteile des Dampfgemisches, so daß der Alkoholgehalt des Lutters durch das niederfallende, aus Dampf kondensierte Wasser nur mechanisch mitgerissen wäre. Das wäre auch sehr natürlich, da die im Dephlegmator herrschende Temperatur doch weit über dem Siedepunkt des Alkohols liegt und also durch die als Folge der Kondensation der Dämpfe vermutete sofortige Verdampfung des Kondensats wohl der Alkohol, aber kaum das Wasser verdampft werden könnte. Auch in der Rektifikationskolonne findet eine ähnliche Kombination statt, weil die Luftkühlung derselben doch stark genug ist, um einen Teil der Dämpfe kondensieren zu lassen, und weil durch die hierbei freiwerdende Wärme hauptsächlich Alkoholmengen in Gasform verwandelt werden. In der Rektifikationskolonne würde also die Konzentration durch direkte Verdampfung vor sich gehen, dagegen im Kondensator durch indirekte Verdampfung mit Hilfe der bei der Kondensation freiwerdenden Wärmemengen, die nicht mit dem Kühlwasser entführt werden.

Die Tatsache, daß jede Verbesserung des Kondensators in der Wirkung des Gesamtapparates sich bei weitem mehr äußert als Konstruktionsänderungen der Kolonnen und durchschnittlich darauf hinausläuft, unter Einhaltung des Gegenstromprinzips für Dämpfe und Kühlflüssigkeit die Kühlwirkung zu erhöhen, so daß die Dämpfe möglichst große Kühlflächen bestreichen können, legt die Vermutung um so näher, daß Pampe recht hat. Je größer die Kühlwirkung des Kondensators, desto stärker ist die Kondensatbildung, besonders von Wasserdampf, der die meisten Kalorien dabei freigibt, die dann in dem unglaublich schnell ablaufenden Wechselspiel möglichst allen Alkohol gasförmig zu erhalten vermögen, während die Wasserdämpfe ziemlich alkoholfrei der Kolonne zuströmen.

Praktisch genommen wäre also die Kondensatorwirkung das, was man in ihr immer vermutete, eine möglichste Befreiung der Alkoholdämpfe von denen des Wassers durch Kondensation. Nur theoretisch wäre diese Endwirkung anders und zwar nach Pampes Ansicht als Wechselwirkung zwischen

Kondensation und Verdampfung zu erklären. Man sieht, so einfach die Spiritusdestillation sich darstellt, so kompliziert ist sie und stellt sich als Sammelwirkung einer großen Zahl von Gesetzen und Faktoren konstruktiver Art dar.

Es müßte also eine genügend große Maischkolonne mit hervorragendem Kondensator die eigentliche Rektifikationskolonne entbehrlich machen, was neuere Apparate zu beweisen scheinen. Im Kondensator aber muß beste Kühlwirkung unter Berücksichtigung des Gegenstromprinzips ermöglicht sein, so daß die heißen Dampfgemische zuerst auf die kältesten Kühlflächen treffen; es muß aber weiter die Kolonne groß genug und mit so viel Böden versehen sein, daß der aus dem Kondensator in sie zurückfließende Lutter, auf den Böden herunterlaufend, völlig entgeistet, d. h. durch die entgegenkommenden Dämpfe seines Alkoholgehaltes beraubt wird, und auch die alkoholhaltige Maische völlig alkoholfrei den Apparat verläßt.

Jeder Boden bedeutet Wiederholung der Verdampfung, also bessere Trennung von Alkohol und Wasser. Je näher die Böden einander liegen, desto wirksamer wird die Verdampfung, weil die aufsteigenden Dämpfe besser ausgenützt werden, desto wirksamer muß auch die Konzentrierung der Alkoholdämpfe sein.

Pampe legt nun für den Dephlegmator folgende Anforderungen fest:

Die Dämpfe sollen sich so langsam durch den Dephlegmator bewegen, daß die Abkühlung eine allmähliche ist, weshalb die Temperaturen der Kühlfläche und der Dämpfe nicht zu weit auseinanderliegen dürfen.

Dämpfe und Kühlwirkung müssen sich in ihren Extremen berühren, also die heißesten Dämpfe auf die kältesten Teile der Kühlfläche stoßen, so daß auch eine Gegenströmung zwischen dem herabfallenden Lutter und den kommenden Dämpfen statthat. Als normal bezeichnet Pampe einen Dephlegmator, der einen Rohspiritus von 90 Vol.-Proz. liefert und dem Kühlwasser 30000 Wärmeeinheiten für 1000 Liter Maische entzieht.

Wenn also der Alkoholgehalt der Maische sinkt, steigt die Anforderung an den Kondensator, weil er mehr Wasserdampf zu kondensieren hat, also mehr Kühlwasser benötigt und deshalb mehr und dazu kälteren Lutter liefert, der wieder vermehrten Dampfverbrauch erfordert. Je weniger also der Kondensator außer der Kühlwirkung der kalten Maische, die ihn zur Vorwärmung durchläuft, noch Kühlwasser braucht, desto besser und sparsamer arbeitet der Brennapparat. Was die Menge der Wärme anlangt, die die Destillation erfordert, so setzt sie sich zusammen aus derjenigen, die nötig ist, die Maische zum Sieden zu bringen und aus ihr und dem zurückfließenden Lutter den Alkohol zu vertreiben, und aus den Verlusten an Wärme durch Ausstrahlung. Einen Teil der aufgewendeten Wärme erhalten wir im heißen Kondensatorwasser (z. B. zu Kesselspeisezwecken) nutzbar zurück, einen weiteren Teil, der allerdings weniger direkt sich verwerten läßt, in der Schlempe, die den Apparat verläßt. Die Bestimmung der für einen Apparat erforderlichen Wärmemengen ist keine kleine Aufgabe, da wohl Menge und Temperatur der Maische und des Kühlwassers beim Eintritt und Austritt aus dem Apparat, ebenso wie die des gewonnenen Alkohols leichter festzustellen sind, schwerer aber die Verluste an Wärme durch die Ausstrahlung der Apparatur und Leitungen und durch die aus dem Apparat abfließenden Schlempe- und Luttermengen.

c) Die Destillationsapparate.

Die Apparate, die zum Gewinnen des Alkohols benutzt werden, kann man einteilen in solche, in denen eine bestimmte Menge Maische in einmaliger Operation restlos auf Spiritus abgebrannt wird, die sogenannten periodischen Apparate, und in solche, bei denen fortwährend Maische zuläuft und entgeistet wird, die kontinuierlichen Apparate.

α) Die periodischen Apparate. Die ältesten periodischen Apparate aus Blase, Helm und Kühler bestehend, sind heute noch in den Materialbrennereien, wie z. B. zur Erzeugung von Zwetschen- und Kirschen-Branntwein, gebräuchlich; nur werden sie heute vielfach mit Dampf betrieben.

Noch der 1817 von Pistorius angegebene, damals einen großen Fortschritt bedeutende Zwei-Blasenapparat war für direkte Heizung eingerichtet; nur verwandte er die entwickelten Dämpfe der ersten Blase, die zur Verhinderung des Anbrennens der abzutreibenden Maische mit einem Rührwerk ausgestattet war, zum Erhitzen der zweiten, die teilweise noch durch die Heizgase erhitzt wurde und ebenfalls ein Rührwerk enthielt. Eine dritte Blase wurde als Rektifikator und Vorwärmer benutzt. Diese Anordnung wurde später verlassen. Man legte die Blasen übereinander. Besonders wertvoll an seinem Apparat war schon die Dephlegmation. Sie bestand aus sehr flachen Erweiterungen des Geistrohres, die mit Wasser bespült werden konnten, so daß das kalte Wasser zuerst ins oberste Becken, von da ins zweite und dann ins unterste lief.

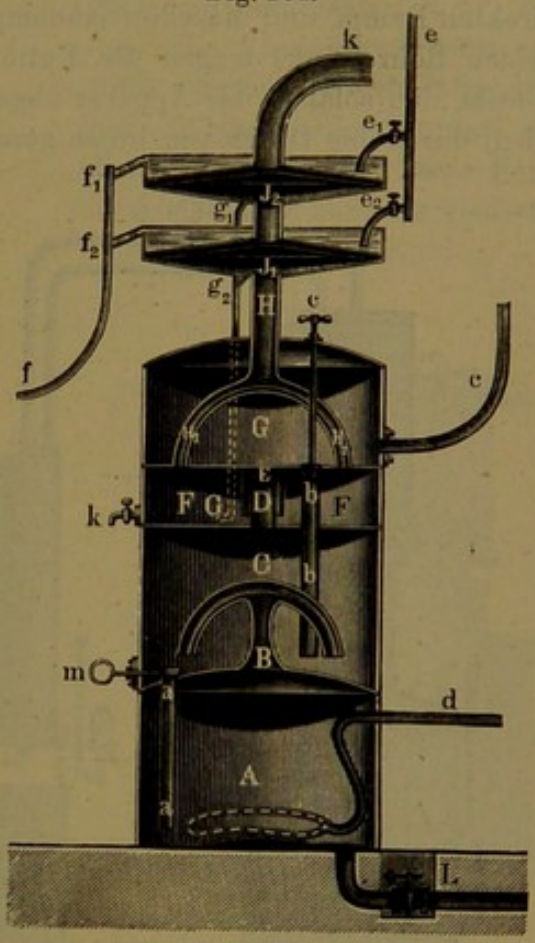
Erst 1822 nimmt ein Irländer Perrier ein Patent auf einen Brennapparat, bei dem er Dampf verwendet. Bald darauf taten das auch Pistorius und andere; und nun erst beginnt die Entwickelung zum fabrikmäßigen Betrieb, der wir unsere heutigen großartigen Apparate und Erfolge verdanken. Die bedeutenden Männer der Gärungsindustrie nahmen sich der Sache immer mehr an und erkannten bald die Unzulänglichkeit der periodischen Apparate, wenigstens für den Großbetrieb.

Doch findet man gerade in Betrieben des alten Verfahrens, zumal in kleineren Betrieben, noch periodische Destillierapparate, die billiger in der Anschaffung, leicht zu bedienen sind und, mit neuen Kondensatoren ausgestattet, hochprozentige Ware im Mittellauf liefern. Wir dürfen nicht vergessen, daß der mit wenig Mais und viel Malz und Roggen erzeugte Rohspiritus aus dem alten Verfahren schon eine gute, brauchbare Qualitätsware ergibt, die natürlich mit dem Weglassen des Maises bedeutend besser und noch feiner wird, wenn dabei statt Grünmalz Darrmalz genommen wird. Gar manche Betriebe ziehen heute noch einen periodisch wirkenden Apparat zur Gewinnung guter Qualitätsware vor, was nach des Verfassers Ansicht nicht zutreffen dürfte, da mit einem kontinuierlichen Apparat sehr guter Qualitätsbranntwein aus dem alten Verfahren zu gewinnen ist. Der ausschlaggebende Faktor der Güte des Rohspiritus ist die Gärung, die eben je nach ihrem Verlauf mehr oder weniger Nebenprodukte liefert. Aber wie gesagt, billiger ist der periodische Apparat in der Anschaffung, einfach in der Bedienung und sicher in der Entgeistung, da ja eine Blasenfüllung eine Stunde und länger kocht, bis aller Spiritus ausgetrieben ist. Der Dampf- und Wasserverbrauch ist etwas größer als beim kontinuierlichen Apparat. Außerdem kann man mit dem Blasenapparat leicht etwas niederprozentiger abbrennen, um z. B. bei Korn-

branntweinerzeugung je nach Wunsch mehr Kornfusel in das Destillat zu bekommen. Es war vor dem neuen Gesetz, das die Kornbranntweinfrage regelte, da und dort üblich, solch niederen, stark kornfuseligen Rohspiritus überzutreiben und diese Ware mit Feinsprit bis zu einem milden Kornaroma und -Geschmack zu verdünnen. Solche Verschnitte sind heute ausgeschlossen oder sollten es wenigstens sein. Da das alte Verfahren bis 4 und 5 Proz. Alkohol enthaltende Maischen zum Abbrennen liefert, die außerdem wegen ihres Hülsengehaltes leichter sieden, so werden an die Apparate etwas andere Forderungen wegen der Leistung zu stellen sein als beim Abtreiben von Würzen mit 0,6 bis 1,0 Proz. Alkoholgehalt, wie im Lüftungsverfahren. Es sei deshalb hier nur die Maischdestillation beschrieben, die trotzdem im Prinzip der Würzedestillation gleicht.

Als Schulbeispiel für periodische Apparate sei Fig. 184 gebracht, die den Pistoriusapparat zeigt, wie er bald nach der ersten, noch getrennten Blasenanordnung von Pistorius zweckmäßiger zusammengesetzt und mit Dampfheizung versehen wurde. Speziell interessant sind die Dephlegmationsbecken. Der Verfasser verarbeitete in einer größeren deutschen Fabrik in den neunziger Jahren des vorigen Jahrhunderts noch mit einem derartigen Apparat die Maische des alten Verfahrens.

Fig. 184.



Pistorius-(Blasen-)Apparat.

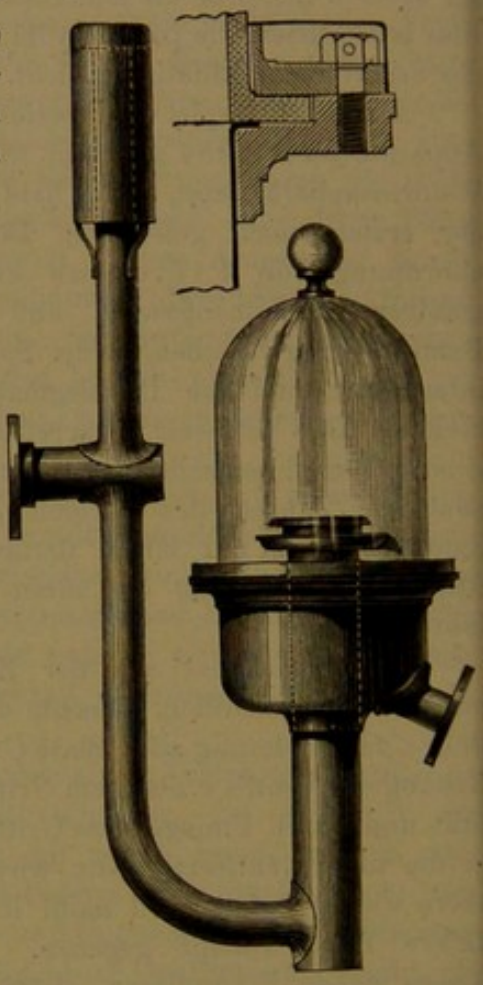
Der Betrieb ist aus der Zeichnung leicht ersichtlich. Rechts durch Rohr *c* der Zeichnung wird Blase *C* nach Hebung des Ventils *c* oben am Griff gefüllt und durch Umlegen des Griffes *m* in die untere entleert. Nun wird die obere wieder befüllt und dann in die untere Blase Dampf gegeben. Die Blasen haben Schaugläser, damit sie nur so weit gefüllt werden, daß noch ein Kochraum übrig bleibt. Die in *A* entwickelten Dämpfe steigen durch *B* nach *C*, bringen den Inhalt von *C* auch vom Boden von *C* aus zum Sieden. Die hier entwickelten Dämpfe steigen nun durch *D* und *E* nach *F* und von da durch Bogen H_1 und H_2 in das Geistrohr *H*, dephlegmieren in J_1 und J_2 und gehen durch *K* zum Kühler. Aus dem untersten Dephlegmator (Becken) läuft der Lutter in die Lutterblase *F* ab und wird dort fortwährend entgeistet. In *G* kann frische Maische eingefüllt und vorgewärmt werden. Bei *L* fließt die entgeistete Maische (Schlempe) ab.

Natürlich hat sich die Technik auch dieser periodischen Apparate angenommen und sie verbessert, so daß sie, wo sie noch benutzt werden, aus Ersparnis- oder Qualitätsgründen, rentabler betrieben werden können.

Umstehend (Fig. 185) ein moderner Blasenapparat der Firma W. Böckenhagen Nachfolger, Güstrow (Mecklenburg), wie er vom Verein der Spiritus-

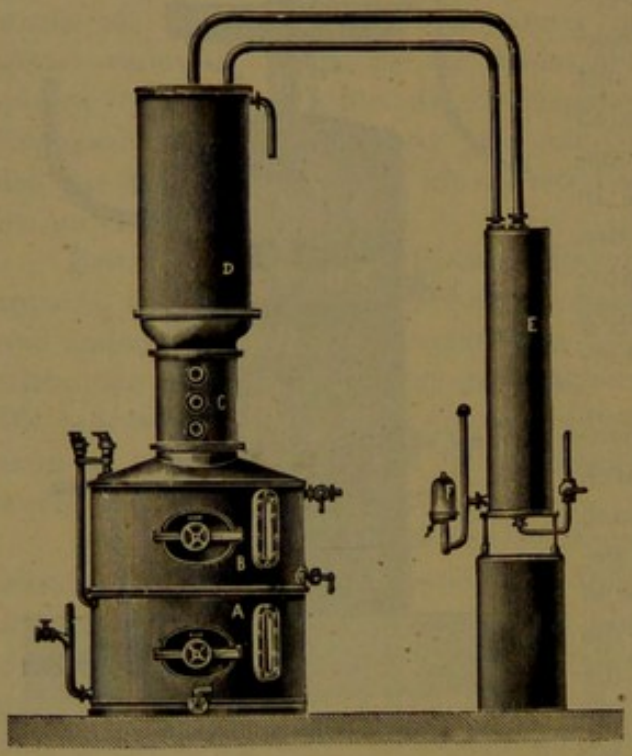
fabrikanten in einer Brennerei abgenommen wurde. Der Wasser- und Dampfverbrauch war bedeutend niedriger, als von fachmännischer Seite angenommen wurde. Gebaut werden solche Apparate für 350 bis 2000 Liter Maischverarbeitung pro Stunde. Teurer im Betrieb bleibt der Blasenapparat immer gegenüber dem kontinuierlichen; man halte sich nur vor Augen, daß die unterste Blase eigentlich immer zweimal gekocht wird, als Füllung der oberen und dann der unteren Blase. Die Befüllung des Apparates geschieht durch den Stutzen rechts oben an der zweiten Blase, die in die untere *A* entleert werden kann, indem man durch Drehen des außen befindlichen Hebels das innen angebrachte Ventil öffnet. In der untersten Blase befindet sich eine Schlange für direkten Dampf und Maschinenabdampf. Die beiden Rohre links tragen die Entlüftungsventile, die, solange der Apparat abgetrieben wird, durch den Druck von innen geschlossen

Fig. 186.



Gesetzlicher Spiritusauslauf.

Fig. 185.

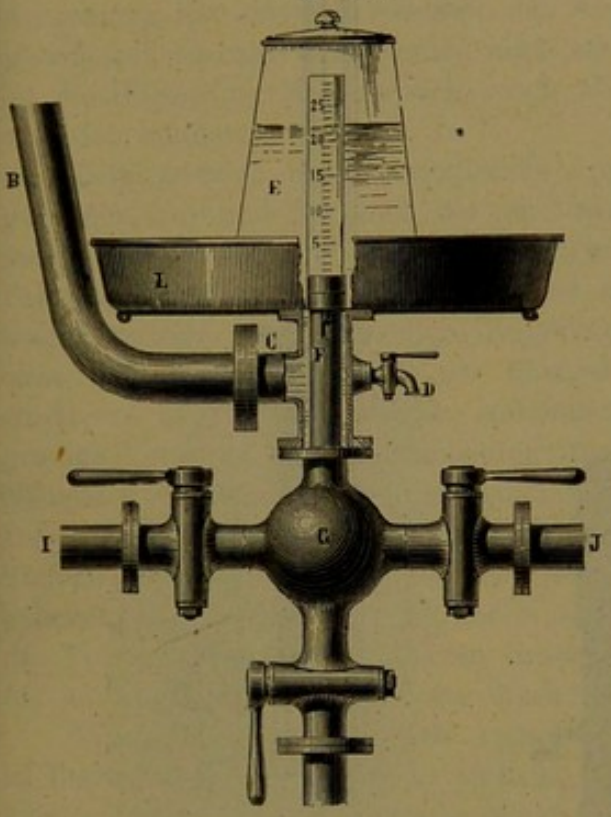


Verbesserter Blasenapparat.
(Für 350 bis 2000 Liter Leistung pro Stunde.)

bleiben, aber geöffnet werden müssen, wenn die Blasen entleert werden. Verfasser erlebte es, daß durch die Unvorsichtigkeit eines Arbeiters das Entlüftungsventil festgeklemmt war oder nicht geöffnet wurde. Die Folge war, daß nach Öffnung des Ablaufventils an der untersten Blase der Überdruck im Apparat einen Teil der Maische entleerte, bis Druckausgleich eingetreten war; dann trat plötzliche Kondensation der Dämpfe und ein Vakuum ein, so daß der Apparat völlig zusammenknickte. Diese Entlüftungsventile sind also beim Entleeren der Blasen zu öffnen. Sind beide Blasen gefüllt, so wird Dampf gegeben, der nun die unterste Blase zum Sieden bringt; die entwickelten Dämpfe steigen, wie bei dem Apparat von Pistorius, in die zweite Blase und bringen ihren Inhalt ebenfalls zum Kochen, wozu auch die Bespülung des

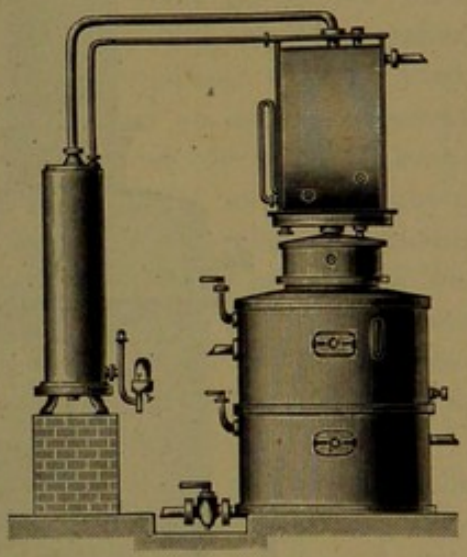
Bodens der Blase B mit den Dämpfen aus A beiträgt. Statt der früher üblichen Lutterblase ist nun eine kleine Lutterkolonne mit drei Böden zwischen Blase und Kondensator eingeschaltet, auf die der Lutter aus dem Kondensator D zurückläuft und in der er von den aus den Blasen A und B kommenden Dämpfen entgeistet wird. Die Alkoholdämpfe kommen nun in den aus zwei ineinander gefügten Kupferzylindern bestehenden Dephlegmator, zwischen denen sich der eigentliche Dephlegmationsraum befindet. Dieser wird von Wasser umspült, das unten im Kühler E eintretend, diesen passiert und oben in den Dephlegmator ein- und seitlich austritt. Die dephlegmierten Dämpfe strömen durch das Geistrohr in den seitlich stehenden Kühler, werden kondensiert und dem Auslauf zugeführt, dessen Form wahrscheinlich auch von Pistorius herrührt. Der Auslauf besteht aus einem senkrechten Rohr, das oben eine Schutzkappe trägt und unten umgebogen den Spiritus dem Spiritusüberlauf unter der Glasglocke zuführt. Diese Form des Auslaufs ist aus verschiedenen Gründen sehr wichtig.

Fig. 187.



Spiritusauslauf mit Literangabe der Leistung.

Fig. 188.

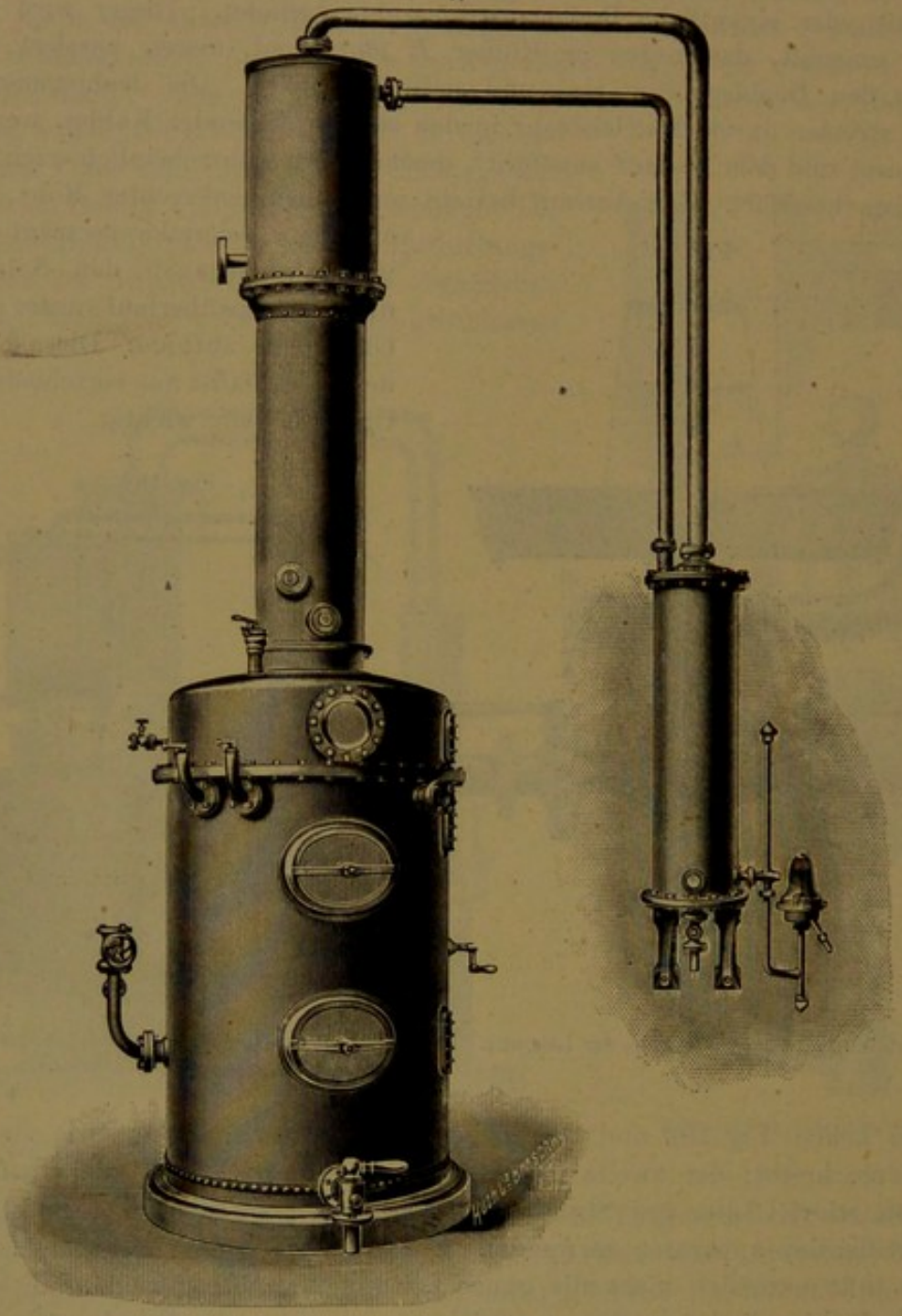


Verbesserter periodisch arbeitender Maisch-Destillierapparat.

Die beiden Fig. 186 und 187 zeigen zwei solche Ausläufe, wie sie das Gesetz vorschreibt; der zweite besitzt noch eine Vorrichtung, die abzulesen gestattet, wieviel Liter pro Stunde überdestillieren; sie wird aber meist nur bei Rektifikationsapparaten verwendet. Der aus dem Kühler kommende Rohspiritus füllt natürlich nicht die ganze Leitung und Öffnung aus, führt also etwas Luft mit, die nach oben entweichen und unter der Schutzkappe austreten muß, damit der Rohspiritus unter der Glasglocke auf dem verbreiterten Überlauf ruhig überfließen kann. Der Rohspiritusüberlauf enthält ein fest eingehängtes Thermometer und ein Alkoholometer, so daß der Brenner den Gang des Apparates genau verfolgen kann. Der Rohspiritus muß bei der gewünschten Gradstärke etwa 12 bis 15° haben, was mit Dampfgabe und Wasserzufluß zum Kühler reguliert wird. Der Abtrieb des Blasenapparates hat so lange zu erfolgen, bis die Maische in der untersten Blase völlig alkohol-

frei ist; denn diese muß entleert werden, damit die Füllung der zweiten Blase heruntergelassen und die zweite wieder frisch befüllt werden kann. Die Zeit der völligen Entgeistung der unteren Blase ist meist aus Erfahrung bekannt oder wird an einem kleinen Lutterprober kontrolliert, dem aus der unteren Blase Dämpfe zugeführt werden. Ein kleiner Kühler verdichtet diese; ein in

Fig. 189.



Verbesserter periodisch arbeitender Maisch-Destillierapparat von Golzern-Grimma.

dem Auslauf schwimmendes, kleines Alkoholometer ermöglicht die ständige Prüfung des Destillats. Meist genügt aber der Abtrieb innerhalb einer durch Erfahrung bestimmten Zeit, um die Maische der untersten Blase sicher entgeistet zu wissen.

Vorstehend noch zwei solche Apparate der Firmen Bohm (Fig. 188 a. v. S.) und vorm. Hentschel, Golzern-Grimma (Fig. 189). Der Bohmsche

Apparat ist zweiteilig und hat die Lutterblase abgesondert zwischen den beiden großen Blasen und dem der Firma geschützten Dephlegmator. Der Abtrieb der Maische erfolgt auch in diesem Apparat wie oben beschrieben. Der Apparat der Firma vorm. Hentschel, Golzern-Grimma (Fig. 189) enthält die zwei Hauptblasen für die Maische, darüber die Lutterblase und eine Rektifikationskolonne mit Dephlegmator. Alle diese Apparate haben Schaugläser für richtige Befüllung der Blasen und meist zwei Dampfzuführungen, da sie in der Regel mit dem Abdampf der Maschine betrieben werden, dem nur nach Bedarf etwas direkter Dampf zugegeben wird. Die Zuführung der kalten Maische in die obere Blase erfolgt entweder direkt mittels einer Pumpe oder aus einem hochgelegenen Reservoir oder Holzbottich, in den die Maische durch eine Pumpe vorher befördert wird, und aus dem sie dann durch Öffnen des Hahnes der Zuleitung von selbst dem Apparat zuläuft. Letztere Anordnung hat aber den Nachteil, daß der Inhalt des hochgelegenen Behälters jeweils gut durchgerührt werden muß, ehe die Maische heruntergelassen wird, da die Hülsen der Maische sich rasch absetzen und Rohrverstopfungen hervorrufen können.

Beim Abtrieb dieser periodischen Apparate gibt es jeweils einen mindergradigen Vor- und Nachlauf, der am besten getrennt aufgefangen und so von dem qualitativ sehr guten und hochprozentigen Mittellauf geschieden wird. Bei den modernen Blasenapparaten ist auch der Vor- und Nachlauf schon hochprozentiger, da das völlige Entgeisten der unteren Blase erreicht wird, ohne daß der Alkoholgehalt des übergehenden Spiritus zu sehr geschwächt wird; wo es auf Qualitätsware ankommt, ist aber auch der ziemlich hochgradige Vor- und Nachlauf unbedingt für sich zu sammeln, da er dem guten Mittellauf selbst in geringen Mengen einen unangenehmen Geschmack verleiht. Durchschnittlich wird als Durchschnitt des Mittellaufes eine Ware von 80 bis 85 Vol.-Proz. gewonnen. Da aber der Apparat auf etwa 70 Proz. herausgebrannt werden muß, bis die untere Blase entgeistet ist, so bewegt sich also der Vor- und Nachlauf in seinen Gradstärken, bei etwa 70 Proz. beginnend, bis zu ungefähr 80 bis 85° der Stärke des normalen Mittellaufs.

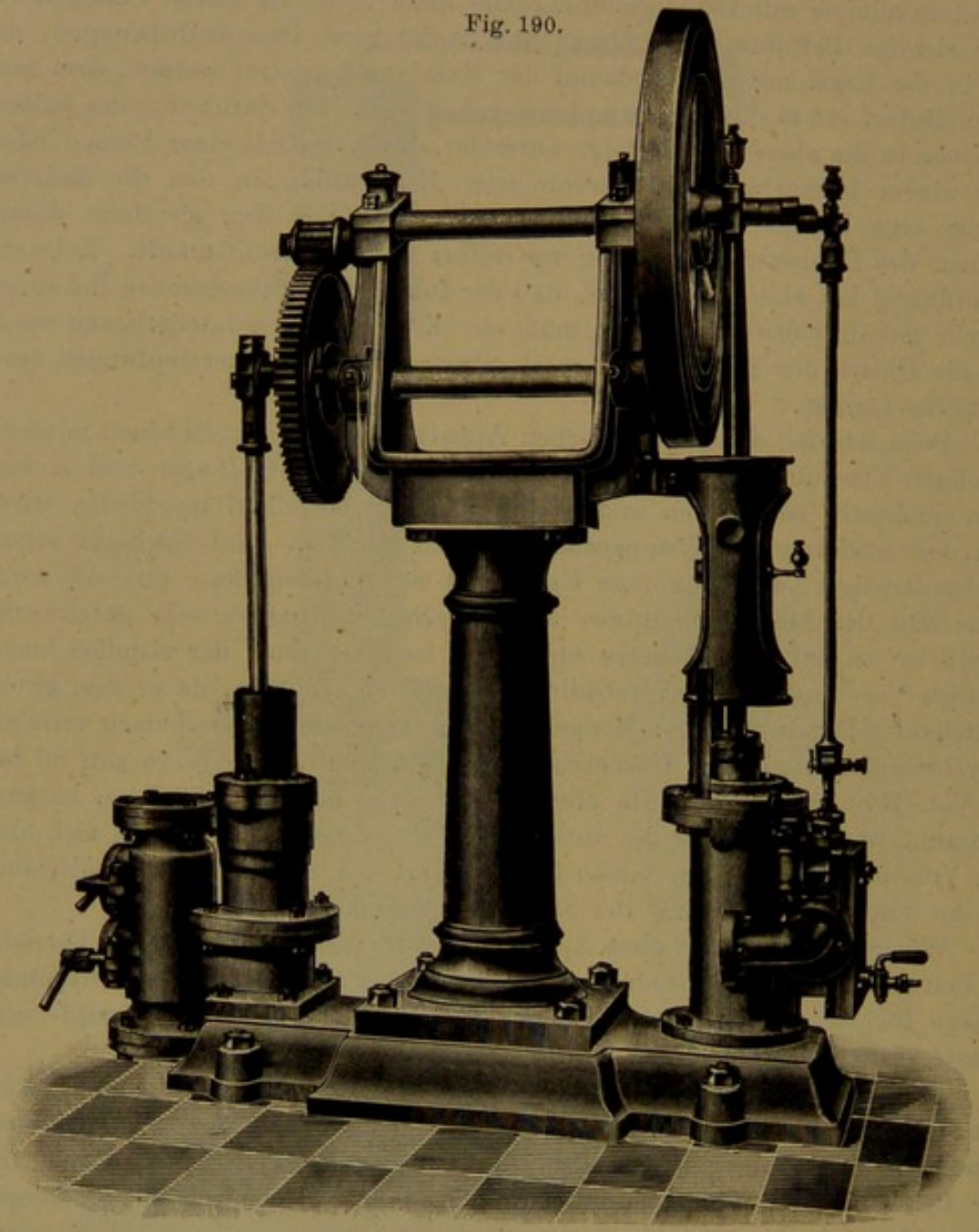
Wie gesagt, kommen diese Apparate nur für kleine und mittlere Betriebe in Betracht, da ihre immerhin einfache Bedienung bei der geringen Kapitalsanlage für sie gewisse Vorteile bietet, die den etwas größeren Dampf- und Wasserverbrauch aufwiegen.

β) Die für die Brennapparate gebräuchlichsten Pumpen und die Abdampfverwertung in der Brennerei. Ehe wir zu den kontinuierlichen Apparaten übergehen, wollen wir kurz zwei Punkte besprechen, die für die Bedienung der Brennapparate wichtig sind. Besonders die Abdampfverwertung ist eine rentable Sache, und zwar ob es sich um Groß- oder Kleinbetrieb handelt; denn für alle gilt das Gesetz, daß Sparsamkeit eine Tugend sei.

Was die Pumpe anlangt, die für den periodischen Brennapparat die Maische zu fördern hat, so liegt die Sache hier einfach. Diese Arbeit kann jede einfach- oder doppeltwirkende Pumpe versehen. Sie muß nur in ihrer Leistungsfähigkeit so gewählt sein, daß sie die Befüllung in tunlichst kurzer Zeit betätigt. Meist ist die Wahl der Größe für die Pumpe schon gegeben durch den Stutzen, durch den sie in die obere Blase einzutreten hat und der von der Apparatenbauanstalt richtig bemessen wird. Man baut jetzt auch

rotierende, kolbenlose Pumpen, die für diesen Zweck sehr gut verwendet werden können, sogenannte Rotations- oder Zentrifugalpumpen, bei denen aber bei der Bestellung anzugeben ist, daß sie zur Beförderung dicklicher, treberhaltiger Flüssigkeit bestimmt sind. Es ist jedoch dabei zu berücksichtigen, daß diese Pumpen eine geringe Ansaugefähigkeit haben und eigentlich nur

Fig. 190.



Dampfmaischpumpe.

gute Arbeit verrichten, wenn die Flüssigkeit ihnen zuläuft, die Pumpe also etwas tiefer als der Maischbehälter steht.

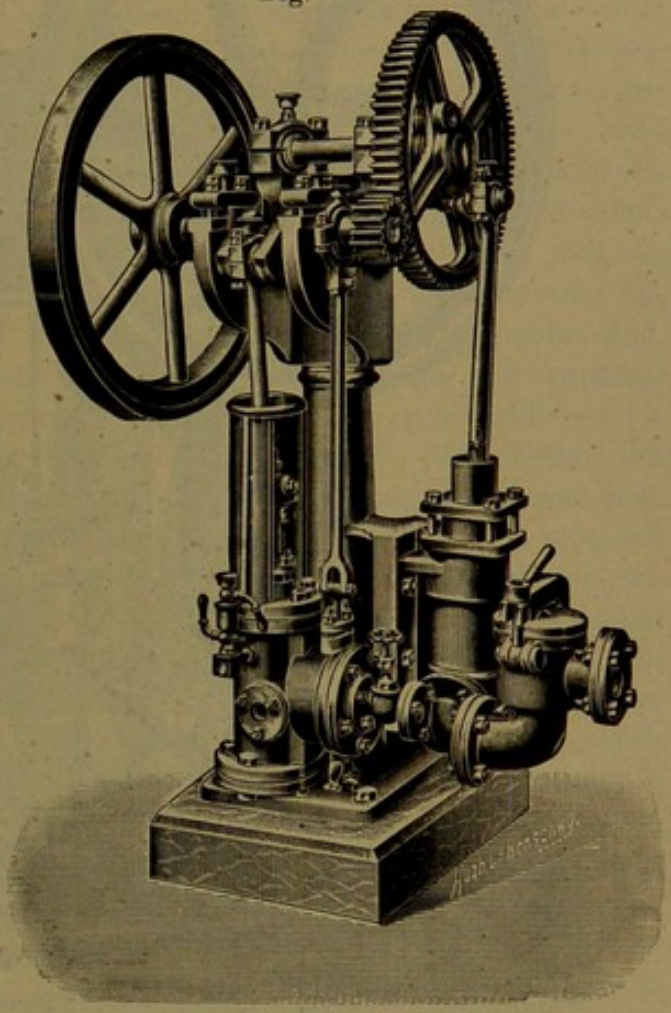
Wichtiger ist die Frage für die kontinuierlichen Apparate, bei denen fortlaufend frische alkoholhaltige Maische eingepumpt und entgeistet wird. Es erhellt daraus schon die Forderung, daß die Pumpe leicht regulierbar sein muß.

Diese Eigenschaft haben die Pumpen ja alle bis zu einem gewissen, aber nicht in dem gewünschten Grade; denn eine kleine Drehung des Dampfventils

auf oder zu darf nicht sofort doppelte oder halbe Tourenzahl der Pumpe bedeuten, sondern nur bewirken, daß die Tourenzahl um 1 bis 2 Kolbenhube erhöht oder vermindert wird.

Die Firma Bohm hat nun zu dem 1867 von ihr zuerst erbauten kontinuierlichen Apparat eine sehr zweckmäßige Pumpe konstruiert, die sich in ihrer prinzipiellen Anlage wie der Brennapparat bis auf den heutigen Tag bewährt hat. Aus nebenstehender Fig. 190 ist die Bauart zu ersehen, aus der die leichte Regulierbarkeit hervorgeht. Der Hauptkörper besteht aus einer starken, gußeisernen Säule, die auf einer Grundplatte ruht. Der Kopf der Säule dient zur Aufnahme zweier Wellen, die solide gelagert und nachstellbar sind und in guter Ölung laufen. Die obere ist die Kurbelwelle der Dampfmaschine, die untere dient zum Antrieb der Pumpe, deren Kolbenstange durch einen exzentrisch verstellbaren Zapfen in dem großen Zahnrad gehoben und gesenkt wird. Das große Zahnrad wird durch ein kleines angetrieben, das auf der Kurbelwelle der Dampfmaschine sitzt, deren Kreuzkopf durch einen zweiseitigen Schlitten gerade geführt wird. Die Wahl der Zahnräder ist so getroffen, daß das kleine sich 4- bis 5mal dreht, bis das große eine Umdrehung, eine Hebung und Senkung des Kolbens vollzogen hat. Macht also die Dampfmaschine etwa 80 Touren pro Minute, so bedeutet das je nach dem Übersetzungsverhältnis der beiden Zahnräder wie 4 auf 1 oder 5 auf 1 eine Tourenzahl der Pumpe von 20 oder 16. Dadurch können die oben erwähnten kleinen Regulierungen der Pumpe vollzogen werden, weil erst auf 4 bis 5 Umdrehungen der Kurbelwelle und des Schwungrades der Dampfmaschine eine Minderung oder Mehrung der Kolbenhube der Pumpe um 1 erfolgt.

Fig. 191.



Dampfmaischpumpe.

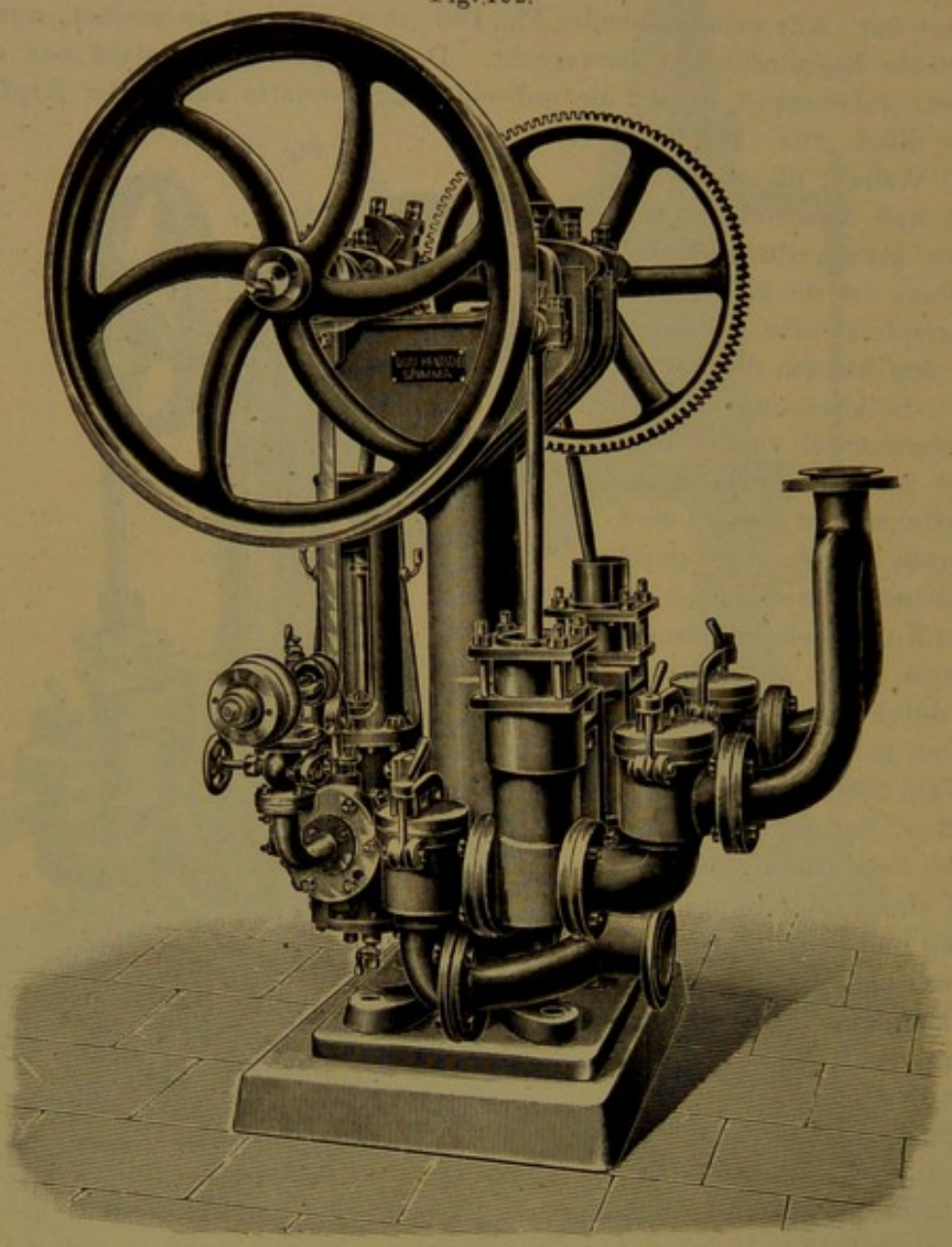
Das Schwungrad bezweckt eine kleine Regulierung der Dampfmaschine beim Übergang zu größerer oder kleinerer Geschwindigkeit und die leichtere Überwindung des toten Punktes für den Kolben und die Kurbel der Dampfmaschine.

Kleine Drehungen des Dampfventils, auf oder zu, äußern sich also nur in verkleinertem Maßstabe bei der Maischpumpe. Meist werden die Pumpen so gewählt, daß sie bei normalem Abtrieb etwa 20 bis 25 Hube des Maischkolbens ausführen.

Fig. 191 zeigt eine solche Pumpe, wie sie von der Firma vormals Hentschel, Golzern-Grimma, geliefert wird.

Für ganz große Apparate wählt man, um einen kontinuierlicheren Maischstrom zu erhalten, zweckmäßig Zwillingspumpen, wie sie nach Fig. 192 die vorerwähnte Fabrik für diese Zwecke liefert. Die beiden Pumpen wirken

Fig. 192.



Zwillings-Dampfmaischpumpe.

abwechselnd so, daß eine die Maische in den Apparat drückt, während die andere ansaugt. Es kommt so ein stetiger Maischstrom in den Apparat, während bei den einfachen Pumpen eben kleine Pausen zwischen Hub und Druck des Kolbens und der Apparatspeisung eintreten. Zweckmäßig ist die Einschaltung eines Hahnes in die Druckleitung der Maische zum Apparat, damit bei kleinen Störungen an der Pumpe nicht der ganze Druck auf ihr lastet und bei Arbeiten an der Pumpe, z. B. beim Öffnen der Ventile, nicht die ganze Maischleitung entleert werden muß. Sobald der Brennapparat nicht mehr in Tätigkeit ist, wird oben erwähnter Hahn immer geschlossen. Das hat den

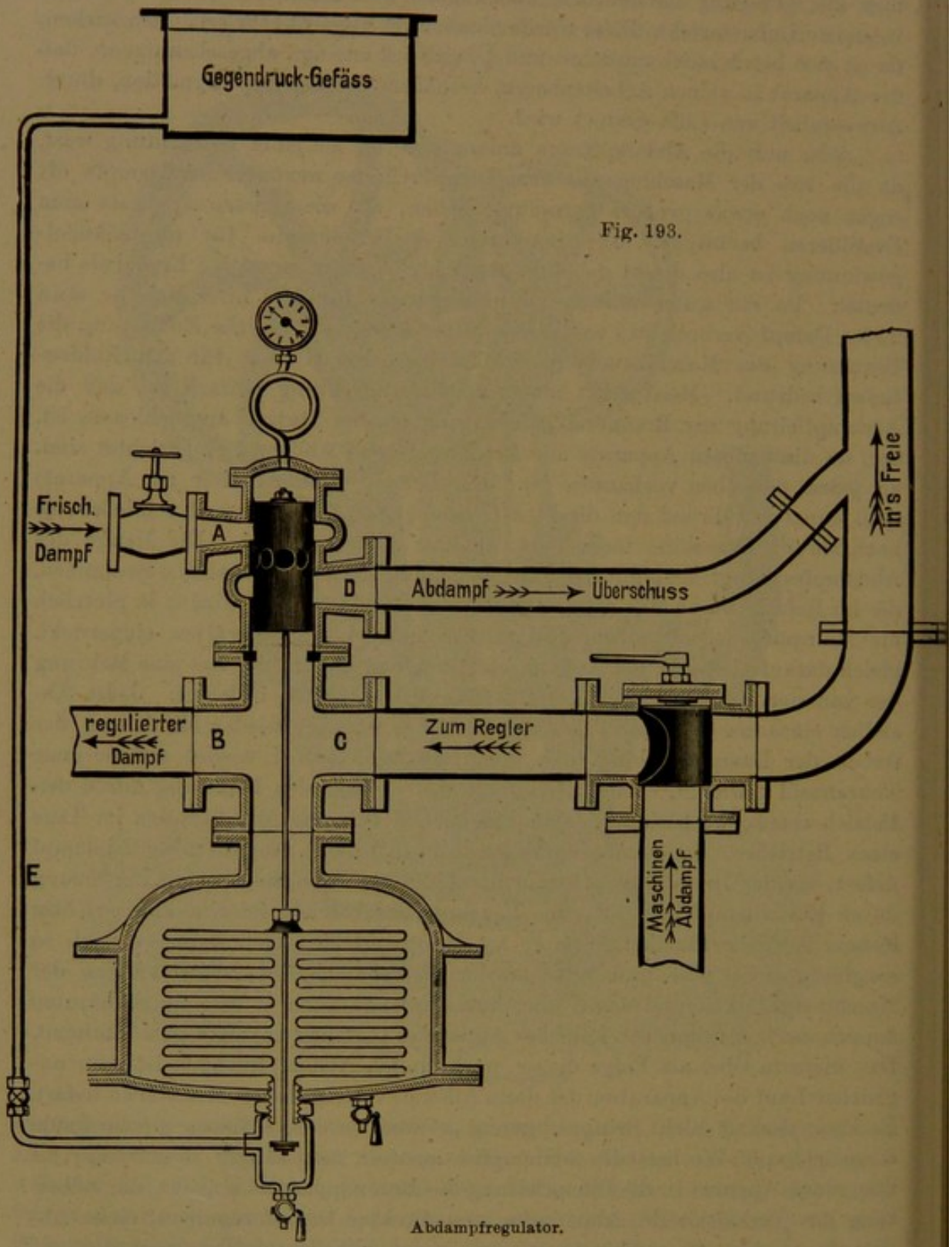
Vorteil, daß selbst, wenn ein Ventil, z. B. das Saugventil, nicht mehr gut schließt, die ganze Leitung nicht so leicht leerlaufen kann.

Außerdem setzt man über oder unter dem Hahn ein Schauglas ein, damit man die Bewegung der Maische überwachen und sehen kann, ob die Pumpe irgendwo Luft einzieht. Diese würde nämlich im Apparat sehr schädlich wirken, da sie sich beträchtlich ausdehnt und Überdruck erzeugt, abgesehen davon, daß der Apparat in seinen Arbeitsphasen, besonders bei der Dephlegmation, durch Anwesenheit von Luft gestört wird.

Was nun die Abdampffrage anlangt, so ist sie einer Betrachtung wert, da die von der Maschine aus dem Dampfzylinder austretenden Dämpfe oft sogar noch etwas größere Spannung haben, als die meisten Apparate zum Destillieren benötigen. Die Benutzung des Abdampfes für die Alkoholgewinnung ist also direkt geboten, da sie eine ganz gewaltige Ersparnis bedeutet. Da ein guter Maisch-Destillierapparat für 100 Liter Maische etwa 25 kg Dampf verbraucht, so ist leicht zu errechnen, welche Entlastung die Benutzung des Maschinenabdampfes für den Kessel, also für den Kohlenbedarf bedeutet. Meist trifft man nun die Einrichtung einfach so, daß die Abdampfleitung zur Brennerei geführt und an den Stutzen angeschlossen ist, der, da die neueren Apparate alle für Kessel- und Abdampf eingerichtet sind, an jedem derselben vorhanden ist. Der Brenner (der Arbeiter am Apparat) muß nun fortwährend den direkten (Kessel-)Dampf öffnen und schließen, je nachdem die Maschine mehr oder weniger Abdampf gibt. Die Menge des Abdampfes hängt eben mit der Beanspruchung der Dampfmaschine zusammen, die im Hefengewerbe eine oft und stark wechselnde ist. Es wird z. B. plötzlich die Malzquetsche mit einem Bedarf von etlichen Pferdekräften eingerückt, gleich darauf vielleicht der Aufzug, ein Mahlgang der Mühle, was eine Mehrung der von der Maschine geforderten Anzahl Pferdekräfte bedeutet. Jedes Abstellen eines maschinellen Teiles des Betriebes ist aber wieder Minderung der Arbeit der Dampfmaschine, die, vom Regulator sofort wieder auf normale Tourenzahl gebracht, eben doch infolge der wechselnden Belastung durch den Betrieb ebenso wechselnde Abdampfmengen liefert. Es gibt Stunden im Tage eines Betriebes, da die Maschine, voll beansprucht, sogar mehr Abdampf liefert, als der Brennapparat braucht, dann wieder solche, wo er Ergänzung durch Kesseldampf benötigt. Die Regelung des Abtriebs ist eine kaum richtig lösbare Aufgabe für den Arbeiter am Brennapparat, auch wenn er noch so sorgfältig acht gibt und seine Sache versteht. Kleine Abweichungen der Maschinentätigkeit und damit der Abdampfmenge kann er erst einige Minuten danach merken, wenn der Lauf des Apparates plötzlich nachläßt oder zunimmt. Das kleinste Übel als Folge dieser wechselnden Abdampfmengen ist nun ungleicher Lauf des Apparates, der dann Alkohol verschiedener Gradstärke liefert. Es kann deshalb nicht dringend genug geraten werden, sich von diesem kaum ausgleichbaren Wechsel des Abdampfes insofern unabhängig zu machen, als man einen Apparat in die Dampfleitung des Brennapparates einbaut, der selbsttätig das Verhältnis des Abdampfes zum direkten Dampf reguliert: einen Abdampfregulator. Es werden zurzeit von vielen Fabriken solche angeboten, die gewiß gut funktionieren und ihren Zweck völlig erfüllen. Wenn der Verfasser nur einen derartigen Apparat bringt, so geschieht es, weil er mehr die prinzipielle Bedeutung und Konstruktion dartun will und im Rahmen dieses Werkes nicht die gesamte einschlägige Technik zu Worte kommen lassen kann. Aus dem

gleichen Grunde brachte der Verfasser auch sonst nur Apparate und Bilder von einzelnen Fabriken, ohne damit im mindesten an der Güte der Maschinen und Apparate anderer Spezialfabriken Zweifel aufkommen zu lassen. Den hier

Fig. 193.



Abdampfregulator.

abgebildeten Dampfregulator hat der Verfasser seit Jahren im Betrieb gehabt und als durchaus zuverlässig und gut befunden, weshalb er ihn gerade im Bilde (Fig. 193) bringt und beschreibt, ohne dadurch der Leistungsfähigkeit anderer derartiger Fabrikate im mindesten nahetreten zu wollen. Diesen Abdampf-

regulator liefert die Firma W. Böckenhagen, Güstrow, zu ihren Brennapparaten. Er wird durch den Druck in Tätigkeit gesetzt, der im Brennapparat bei normalem Abtrieb — gewünschter Leistung pro Stunde in hochgradiger Ware — herrscht. Diesem Druck entspricht derjenige der Wassersäule vom Gegendruckgefäß zum unteren Teil des Regulators, was für jeden Brennapparat wohl besonders, aber leicht festzustellen ist; das heißt, das Gegendruckgefäß muß für jeden Apparat höher oder niedriger angebracht werden. Wird dieses mit Wasser gefüllt, so wird es in den Ausdehnungskörper eindringen und diesen heben oder senken, je nachdem der Druck im Brennapparat selbst wechselt, d. h. fällt oder steigt.

Bei normalem Druck im Apparat, also bei der gewünschten Leistung desselben, wird der Regulator die Stellung wie im Bilde haben. Die mit dem Ausdehnungskörper verbundene Stange trägt oben einen Glockenkörper aus Messing oder Rotguß mit kreisförmigen Öffnungen, die beim Wechselspiel des Ausdehnungskörpers einmal zur Dampfleitung *A* gehoben oder zur Abdampfableitung *D* gesenkt werden. Reicht der Abdampf der Maschine gerade aus, so wird der Ausdehnungskörper sich wie im Bilde und das Glockenventil mit seinen Öffnungen so stellen, daß weder Frischdampf zu- noch Abdampf austreten kann. Wird die Maschine stark belastet, gibt sie also mehr Abdampf, dann kommt plötzlich mehr Dampfdruck in den Apparat, der auf den Regulierkörper drückt, ihn zusammenpreßt, so daß er die Glocke nach unten zieht, bis die Öffnungen sich bei *D* einfinden und der überschüssige Abdampf entweichen kann. Das Gegendruckgefäß, das auf den Normaldruck eingestellt ist, treibt dann, sobald dieser wieder eingetreten ist, den Regulierkörper in die Höhe, bis er mit der Glocke wieder die Frischdampf- und Abdampfüberschußleitung abschließt. Sinkt der Apparatdruck, wenn z. B. die Maschine schwach beansprucht wird und weniger Abdampf liefert, dann treibt die dem Normaldruck entsprechende Wassersäule den Regulierkörper in die Höhe, bis die mit ihm durch die Ventilstange verbundene Glocke ihre Öffnungen zur Frischdampfleitung *A* geschoben hat. Sofort strömt — das Frischdampfventil ist stets ganz geöffnet, da nur Dampf eintreten kann, wenn der Abdampf nicht genügt — direkter Dampf zu, was an dem eigentümlich zischenden Geräusch zu hören ist, bis der Apparatdruck erreicht ist. Der Regulierkörper stellt sich dann so ein, daß eben so viel Frischdampf zutreten kann, als zur Erhaltung des Normaldruckes nötig ist. Ist also das Gegendruckgefäß dem Apparatdruck entsprechend genügend hoch aufgehängt — was eine einfache Sache ist, da das am Regulator angebrachte Manometer bei probeweisem Abtrieb mit direktem Dampf den Normaldruck des Apparates anzeigt und etwa 10 m Wassersäule 1 Atm. entsprechen — dann hat sich der Brenner um die Dampfzufuhr nicht mehr zu kümmern: der Regulator ergänzt den Mangel an Abdampf und läßt den Überschuß daran fort, beides völlig selbsttätig. Der Verfasser kann die Anschaffung eines Abdampfreglers nicht dringend genug empfehlen. Ein solcher kostet nicht viel, garantiert aber einen ruhigen Lauf des Brennapparates, für den der Brenner nur noch das Kühlwasser und die Tourenzahl der Maischpumpe zu regulieren hat. Meist ist ein Überschuß an Abdampf nicht vorhanden; wo es doch der Fall ist, schaltet man in die Abdampfleitung eine Drosselklappe ein und läßt nur einen Teil des Abdampfes zum Brennapparat; den anderen aber leitet man durch eine im Behälter für das Kesselspeisewasser befindliche Rohrschlange, wodurch dieses sehr heiß gemacht

und die Maschine etwas entlastet wird, weil durch die Kondensation des Abdampfes in der Schlange etwas Niederdruck entsteht.

Die Aufstellung eines solchen Abdampfreglers ersetzt aber auch die Anbringung eines gewöhnlichen Dampfdruckreglers; denn er stellt den Druck im Apparat unter ständige Kontrolle und hält ihn stets auf dem nötigen Stand. Der Franzose Savalle, der im Bau von Apparaten zur Spiritusgewinnung Hervorragendes leistete, hat den ersten Dampfdruckregulator konstruiert. Ein glockenförmiges Dampfventil stellt durch einen kupfernen Schwimmer den Dampfzu- und -abgang ein, indem der Schwimmer durch eine dem Dampfdruck des Apparates entsprechende Wassersäule gehoben oder gesenkt wird.

γ) Die kontinuierlichen Brennapparate. In dem Maße, als die Pistorius-(Blasen-)apparate dem werdenden Großbetriebe der Gärungstechnik dienen sollten, erwiesen sie sich als ungenügend in der Leistung, weshalb bald der Gedanke auftauchte, Apparate zu bauen, bei denen ein fortwährendes Einströmen und Entgeisten von frischer Maische stattfindet. Man mußte also die Maische einen langen Weg zurücklegen lassen, damit die entgegenströmenden Dämpfe sie ihres Alkoholgehalts berauben können, bis die Maische den Apparat verläßt. Nur haben gerade die damaligen Hauptinteressenten an der Sache, die Kartoffelbrenner, insofern die Sache hintangehalten, als ihre Kartoffelmaischen bei dem damaligen Stande der Kartoffelwaschung und -dämpfung so sehr mit groben Teilen, wie Steinen, Sand, kleinen, unzerkochten Kartoffelstückchen, durchsetzt waren, daß sie für die Kolonnenapparate kaum in Betracht kamen. Trotzdem hatte die Sache ihr Gutes. Der Kolonnenapparat entwickelte sich allmählich aus den Apparaten von Erfindern des In- und Auslandes und die Kartoffelbrennerei mußte, um ihn benutzen zu können, eben lernen, ihre Kartoffeln besser zu reinigen und zu dämpfen, was ebenfalls große Vorteile brachte. Wie wir anfangs dieses ganzen Kapitels hörten, ist der Hauptbestandteil eines modernen Brennapparats der Kondensator oder Dephlegmator. Während man ihn früher bloß als Helfer der Rektifikation betrachtete, sieht man ihn heute in vollkommener Form als direkten Ersatz der Rektifikationskolonne an, so daß, wie weiter oben bereits erwähnt, ein genügend großer, leistungsfähiger Kondensator die Rektifikationskolonne entbehrlich machen kann. Wir hätten alsdann als Hauptbestandteile des modernen Brennapparats die Maischkolonne und den Kondensator. Erstere muß hoch genug sein und genügend Böden enthalten, damit die oben eintretende kalte Maische, langsam über die Böden nach unten laufend, von dem von unten kommenden Dampf völlig entgeistet wird, bis sie unten angelangt ist und den Apparat verläßt. Die aufsteigenden Dämpfe nehmen immer mehr Alkohol aus der herabfließenden Maische auf und gelangen in den Kondensator, wo sie an die mit Wasser und kalter Maische gekühlten Flächen stoßen, momentan kondensieren, die freigewordene Wärme teilweise an die Kühlflüssigkeit abgeben und teilweise zu ihrer Wiederverdampfung benutzen. Unter der Voraussetzung, daß durch die Kondensation das Dampfgemisch als solches gemeinsam verdichtet wird, wobei aber der Wasserdampf mehr Wärme als der Alkoholdampf freigibt, wird natürlich mehr Alkoholdampf als Wasserdampf erzeugt, weil doch nach dem Siedegesetz das Alkoholwassergemisch einen alkoholreicheren Dampf gibt. Der Kondensator verflüssigt also wohl das Alkoholwasserdampfgemisch als solches zu einem gleichgemengten Kondensat; durch die bei der Kondensierung der Dämpfe stattfindende Wärmeentbindung

wird aber aus dem Kondensat mehr Alkohol oder fast nur der Alkohol gasförmig gemacht, so daß auf diese Weise fast reine Alkoholdämpfe aus dem Kondensator zum Kühler gelangen, dagegen das nicht mehr zur Verdampfung gelangte Wasser allmählich herunterfällt, mechanisch sich mit Alkohol etwas anreichert und als Lutter wieder der Kolonne zur Entgeistung zufließt. Der moderne Kondensator muß also für möglichst innige Berührung der Alkoholwasserdämpfe mit den Kühlflächen Sorge tragen, damit die fortlaufende Kondensation und Wiederverdampfung des Dampfgemisches durch die bei der Kondensation frei werdende Wärme, also das Wechselspiel dieser beiden Prozesse in möglichst schneller Wiederholung und auf möglichst ausgebreitetem Gebiet erfolgen kann. Die heute von den verschiedenen Firmen auf den Markt gebrachten Kondensatoren suchen alle, jeder auf seine Weise, diesen neuen Anschauungen Rechnung zu tragen; es führen ja viele Wege nach Rom. Der neueren Auffassung der Kondensatorwirkung kam die Firma Bohm sehr nahe mit ihrem 1867 zuerst erbauten Kolonnenapparat, der, bis heute kaum wesentlich verändert, Rohspiritus von 95 Vol.-Proz. zu gewinnen gestattet, eine Leistung, die natürlich viele Apparate anderer Firmen heute auch aufweisen. Die neue Anschauung über die Kondensatorwirkung hat aber jetzt schon den Vorteil gezeitigt, daß man die Rektifikationskolonne wieder mehr als quantité négligeable betrachtet und zweiteilige Apparate (mit besonderer Rektifikationskolonne) nur noch da einbaut, wo die vorhandenen Räume sehr niedrig sind. Sonst stellt man jetzt allgemein einteilige Apparate mit einer Kolonne auf, bei der die Rektifikationskolonne stark verkürzt und der Kondensator dafür entsprechend vergrößert ist, was aber bei dessen Anordnung gegenüber den bis jetzt für nötig gehaltenen Höhen der Rektifikationskolonnen nicht ins Auge fällt. Die Apparate werden also niedriger und billiger. Außerdem änderte sich die Ansicht der Fachleute über das zum Brennapparatenbau am besten geeignete Material. Hatte man es noch vor wenig Jahren für eine ausgemachte Tatsache gehalten, daß Kupfer das einzig richtige Material sei und an Haltbarkeit nur von Messing übertroffen werde, das aber in der Verarbeitung das Kupfer nicht überall ersetzen könne, und wurden jahrelang andere Apparate, wie die des bekannten Fachmannes R. Ilges, trotz ihrer Vorzüglichkeit nur wegen ihres Aufbaues aus Eisen gemieden, so weiß man heute, daß ein kupferner Apparat in 10 Jahren $^1/_3$ seines Gewichtes verloren und überhaupt kaum eine längere Lebensdauer als von 12 bis 15 Jahren hat. Daß sich die kupfernen Apparate stark abnutzen, ist sicher; ob diese Abnutzung aber nur den Säuren der Maischen zugeschrieben werden darf, das ist eine Frage, die der Verfasser nicht absolut bejahen möchte. Wer gesehen hat, wie die Dampfleitungen besonders an Knickungen und Bögen unter der rein mechanischen Wirkung des vorbeisausenden Dampfes leiden, wie z. B. nur wenig geöffnete Dampfventile an dem Ventilsitz und Konus Einfressungen zeigen, die nur der vorbeistreichende Dampf erzeugen konnte, der wird mit dem Verfasser einen großen Teil der Abnutzung der Brennapparate auf mechanische Wirkungen zurückführen und annehmen, daß das fehlende Kupfer an den lange gebrauchten Apparaten meist abgescheuert, zum kleinsten Teile durch Säuren gelöst wurde. Nachdem aber seit längerer Zeit Gußeisensorten bekannt sind, die bei einem oberflächlichen Angriff durch Säuren den gelösten Kohlenstoff zu einem graphitähnlichen Überzug auf der Oberfläche ausscheiden und so diese vor weiterer Zerstörung schützen, steht der Frage der Ver-

wendung dieses Gußeisens zu Brennapparaten nichts mehr im Wege. Das bedeutet aber eine ganz beträchtliche Verbilligung der Brennereieinrichtung, zumal dieses Gußeisen sich widerstandsfähiger als Kupfer erweist. Früher wurde auch da und dort darüber geklagt, daß aus gußeisernen Apparaten manchmal ein übelriechender Spiritus gewonnen wird, was der Verfasser bestätigen kann. Wenn die Maische über Nacht in der Kolonne gestanden hatte und man des Morgens letztere öffnete, so war meist Geruch nach Schwefelwasserstoff zu bemerken. Die Ursache seiner Bildung suchte der Verfasser aber nicht in dem Schwefelgehalt des Eisens, sondern in Zersetzungsvorgängen des Eiweißgehaltes der Maischreste in der Kolonne. Dabei könnten sporenbildende anaërobe Fäulnisbakterien beteiligt sein, deren Sporen bei der warmen Temperatur in der langsam erkaltenden Kolonne ausgewachsen sein müßten. Daß die Maischreste im kupfernen Apparat sich nicht zersetzen, dürfte auf die Spuren Kupfer zurückzuführen sein, die in der Maische gelöst sind und das Wachstum der Bakterien hemmen. Spuren von Eisen wirken jedenfalls nicht giftig; da tatsächlich das Gußeisen widerstandsfähiger als Kupfer ist, so werden nur Spuren von Eisen gelöst werden, wodurch dann die leichtere, bakterielle Zersetzung der Maische in eisernen Apparaten erklärt würde. Verfasser konnte aber diese Zersetzungsvorgänge der Maischreste beobachten, ohne daß das Eisen, selbst nach langer Zeit, Anfressungen gezeigt hätte. Wenn nun die Maischreste vom Tage vorher zersetzt sind und man beginnt zu destillieren, dann haben die ersten Anteile des Spiritus wohl schlechten Geruch.

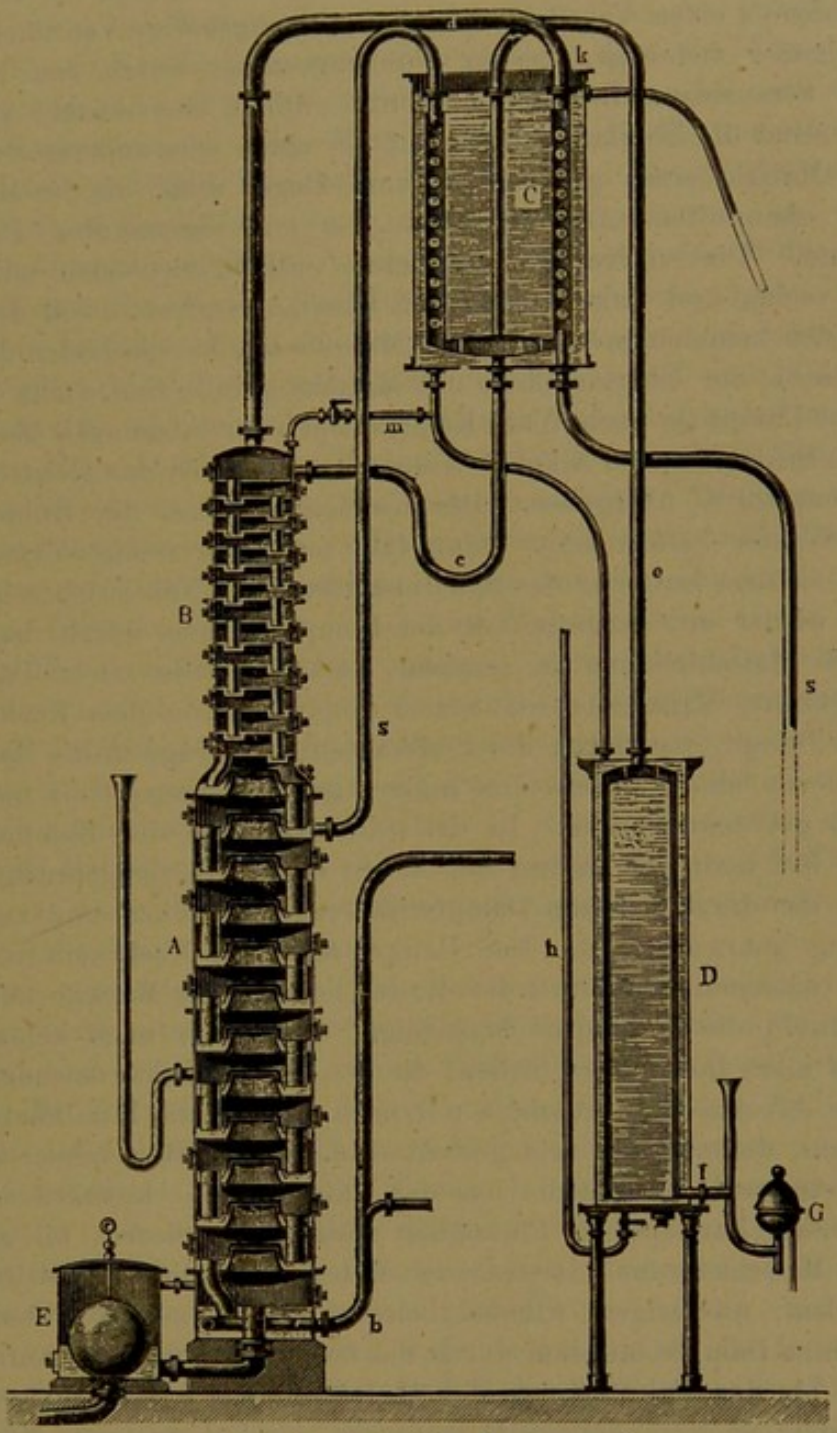
Möglich ist auch, daß ein Schwefelgehalt des Eisens mit im Spiele ist. Verfasser hat dann später den Apparat länger bzw. weiter ausgebrannt, bis die Maischkolonne keinen Alkohol mehr enthielt und diese mit heißem Wasser ausgespült, wodurch der Mißstand behoben wurde.

Die Firma Gebrüder Avenarius, Berlin, bringt gußeiserne Apparate in den Handel, die lückenlos so gut emailliert sind, daß nach sechsjährigem Gebrauch keine Beschädigung der weißen Emaille zu konstatieren sein soll. Wenn man sich vorhält, wie sehr die Emaille dieser Apparate abwechselnd der Erwärmung und Abkühlung ausgesetzt ist, und wie leicht selbst bei gewöhnlicher Temperatur beste Glasur Haarrisse bildet, so muß jedenfalls bei dem Fabrikat der Firma Avenarius eine ganz hervorragende Emaillierung vorliegen, die der Sache des Gußeisens für den Brennapparatenbau sehr nützen könnte.

Den 1867 von Bohm gebrachten und nur wenig verbesserten, sehr leistungsfähigen Apparat stellt Fig. 194 dar. Die Firma Bohm baut, wie andere Firmen, ihre Apparate auch aus Gußeisen. Die Abbildung gibt ein anschauliches, typisches Bild der sogenannten kontinuierlichen Kolonnenapparate, die meist nur in dem Bau des Dephlegmators variieren. Der Apparat besteht aus der Maischkolonne *A*, der Spirituskolonne *B*, dem Kondensator und Vorwärmer *C*, dem Spirituskühler *D* mit Spiritusablauf *G* und dem Schlempeabflußregulator *E*. Die Dampfmaischpumpe drückt die Maische (oder Würze, für deren Abtrieb der Apparat ebenfalls gilt) aus dem Reservoir oder Gärbottich direkt durch das Rohr *s* nach oben in den Kondensator. Das Rohr *s* zieht sich in Schlangenwindungen weiter nach oben in den hohlen, für die Kondensation der Alkohol-Wasserdämpfe bestimmten Raum, um ganz oben links (in dem Bild) auszutreten und, senkrecht nach unten laufend, seitlich rechts (Rohr *s*), in die Maischkolonne zu münden. Auf diesem Wege gelangt also die Maische

in die Maischkolonne *A*, und zwar in die oberste Kochkammer derselben durch eine doppelgängige Schlange, aus welcher die Maische in die Kolonne sich verteilt. In dieses Ausflußrohr der Maische in die Kolonne kann man den Abdampf der Dampfmaischpumpe einführen und die Maische dadurch an-

Fig. 194.



Bohms kontinuierlicher Brennapparat.

wärmen, die infolgedessen ruhiger einläuft. Durch Rohr *h* tritt unten am Kühler *D* kaltes Wasser ein, umspült die doppelwandige Zarge, in der die Alkoholdämpfe verdichtet werden sollen, und tritt links oben aus, unten links bei dem Kondensator ein, füllt denselben an, umspült so den hohlen Kupferkörper, durch den das Maischrohr geht und in dem die Alkoholdämpfe dephlegmiert werden, und fließt oben rechts ab. Der Dampf tritt in die Kolonne *A*

durch Rohr *b* als Frisch- oder Abdampf ein. Aus der Kolonne *B* geht oben das Geistrohr weg und mündet bei *k* in den Hohlkörper.

Durch das Rohr *e* gehen die Alkoholdämpfe zum Kühler. Rohr *c* nimmt an der tiefsten Stelle des Dephlegmatorraumes (des wasserumspülten Hohlkörpers) den Lutter auf und führt ihn zur Spirituskolonne *B* zurück. *E*, der Schlemperegulator, ist ein kupferner Behälter, dessen Boden bei dem Ausfluß für die Schlempe einen Ventilsitz trägt; der dazugehörige Ventilkonus ist an dem Schwimmer befestigt, dessen Führungsstange durch den Deckel des Regulators herausragt. Die Maischkolonne enthält eine Anzahl von Böden, die abwechselnd die Überlaufsstutzen auf der einen oder anderen Seite tragen, so daß die Maische einen großen Weg zurücklegen muß. In der Mitte haben die Böden oben offene Ausstülpungen, die mit sogenannten Prellkapseln bedeckt sind. Die engere Spirituskolonne enthält Siebböden mit den abwechselnd rechts und links befindlichen Überlaufsstutzen. Soll der Apparat neu in Betrieb kommen, so pumpt man Maische ein, bis die Böden der Maischkolonne alle bis zur Überlaufshöhe mit Maische gefüllt sind, stellt die Pumpe ab und gibt Dampf (je nach Wahl Kesseldampf oder Abdampf), bis die ganze Kolonne im Sieden ist und Alkohol-Wasserdämpfe durch das Geistrohr *d* nach dem Kondensator *C* übergehen. Der Kondensator und der Kühler müssen schon mit Wasser befüllt sein. Dann läßt man sehr wenig Wasser zu und wartet, bis an dem Luftrohr des Spiritusausflusses *G* Nebel sich zeigen. Nun fängt man wieder an, langsam mit der Pumpe Maische durch den Kondensator in die Maischkolonne zu pumpen, und gibt etwas mehr Dampf. Die zuerst eingefüllte Maische ist inzwischen durch den aus dem Kochraum einströmenden Dampf, der durch die Prellkapseln sich rings in die Maische verteilt und so von einem Boden zum andern gelangt, angewärmt nud endlich zum Sieden gebracht worden. In den untersten Teil der Kolonne *A*, den Kochraum, hat man vor Beginn der Arbeit etwas Wasser gebracht, das mit Dampf aus der durchlöcherten Dampfschlange zum Kochen und zur Dampfentwickelung gebracht wird. Der Dampf aus dem Kochraum bringt nun zuerst den nächsten Boden mit der darauf befindlichen Maische zum Sieden, indem er durch die Prellkapsel hochsteigt. Nach und nach kommt so die Maische auf allen Böden zum Sieden, die von unten nachströmenden Dämpfe nehmen die Alkohol-Wasserdämpfe mit nach oben in die Rektifikations- und Lutterkolonne, deren Böden fein gelocht sind. Durch diese feinen Öffnungen nach oben strebend, bringen die aus der Maischkolonne kommenden Dämpfe die dort bereits kondensierte Flüssigkeit wieder zum Sieden, bis alle Böden der ganzen Maischkolonne mit siedender Maische und die der Spirituskolonne mit siedendem, wässerigem Alkohol belegt sind. Nun erst treten aus der heißen Kolonne Dämpfe langsam durch das Geistrohr hoch, sich anfangs kondensierend, bis das Rohr genügend heiß ist und die Alkohol-Wasserdämpfe durch die stets nachdrängenden Dämpfe aus der Kolonne zum Kondensator gelangen können.

An den mit kalter Maische befüllten Schlangenrohren und an den von kaltem Wasser umspülten Wänden des Hohlraumes für die Dephlegmation machen die einströmenden Dämpfe den weiter oben erörterten Kondensationsprozeß durch und sammeln sich im Kondensator an, bis die stets nachdrängenden Dämpfe die Alkoholdämpfe zum Kühler treiben. Dort verdichten sich die zuerst kommenden, mit viel Luft gemischten Dämpfe nicht vollständig,

sondern treten als Nebel unter der Schutzhaube des Auslaufs aus. Nun erst wird die Pumpe wieder eingerückt und nach geringer Öffnung der Kühlwasserleitung etwas mehr Dampf gegeben. Der kontinuierliche Apparat ist jetzt im Gange. Auf diese Weise vollzieht sich der Antrieb des leeren Apparates.

War der Apparat schon in Betrieb, dann sind die Böden der Kolonne und der Kochraum noch mit Maische vom Tage vorher befüllt. In diesem Falle gibt man bei Beginn des Antriebes zuerst wieder Dampf, um den Apparat bis zum Kondensator anzuwärmen, stellt dann den Dampf ab, rückt die Maischpumpe ein und pumpt entweder nach der Zeit oder nach dem Schauglase des Kochraumes so lange Maische zu, bis auch der unterste Boden der Kolonne damit angefüllt ist. Nach Abstellung der Pumpe gibt man Dampf, bis beim Auslauf des Kühlers die erwähnten Nebel auftreten, und rückt dann langsam die Pumpe wieder ein, indem man gleichzeitig dem Kühler und Kondensator etwas mehr Wasser und der Kolonne noch etwas mehr Dampf gibt. Nun ist auch in diesem Falle der kontinuierliche Apparat im Gange. In dem Schlemperegulatur hebt sich periodisch der Schwimmer und läßt einen Teil der im Kochraum angesammelten, entgeisteten Maische weglaufen. Denn auf dem langen Wege abwärts vom Einlaufe über die einzelnen Böden bis zum Kochraume ist sie von den stets von unten kommenden Dämpfen zum Sieden gebracht und entgeistet worden, ein Prozeß, der sich nun fortlaufend zwischen der von oben nach unten fließenden Maische und den von unten nach oben strömenden Dämpfen abspielt. Aus der Maischkolonne treten nun stetig Dämpfe in die Sieb-(Rektifikations-)kolonne, deren Böden nun auch immer mit siedendem Lutter bedeckt sind; die durch die feinen Löcher emporstrebenden Dämpfe durchkochen ihn feinstens. Diese wiederholte Kochung bedeutet ja, wie wir wissen, stete Anreicherung der Dämpfe an Alkohol, so daß schon ein ziemlich alkoholreiches Dampfgemisch in den Kondensator, d. h. in den ringförmigen Hohlkörper kommt. In diesem prallen die Alkohol-Wasserdämpfe gegen die von kalter Maische durchflossene Schlange und gegen die mit Wasser aus dem Kühler bespülten Wände.

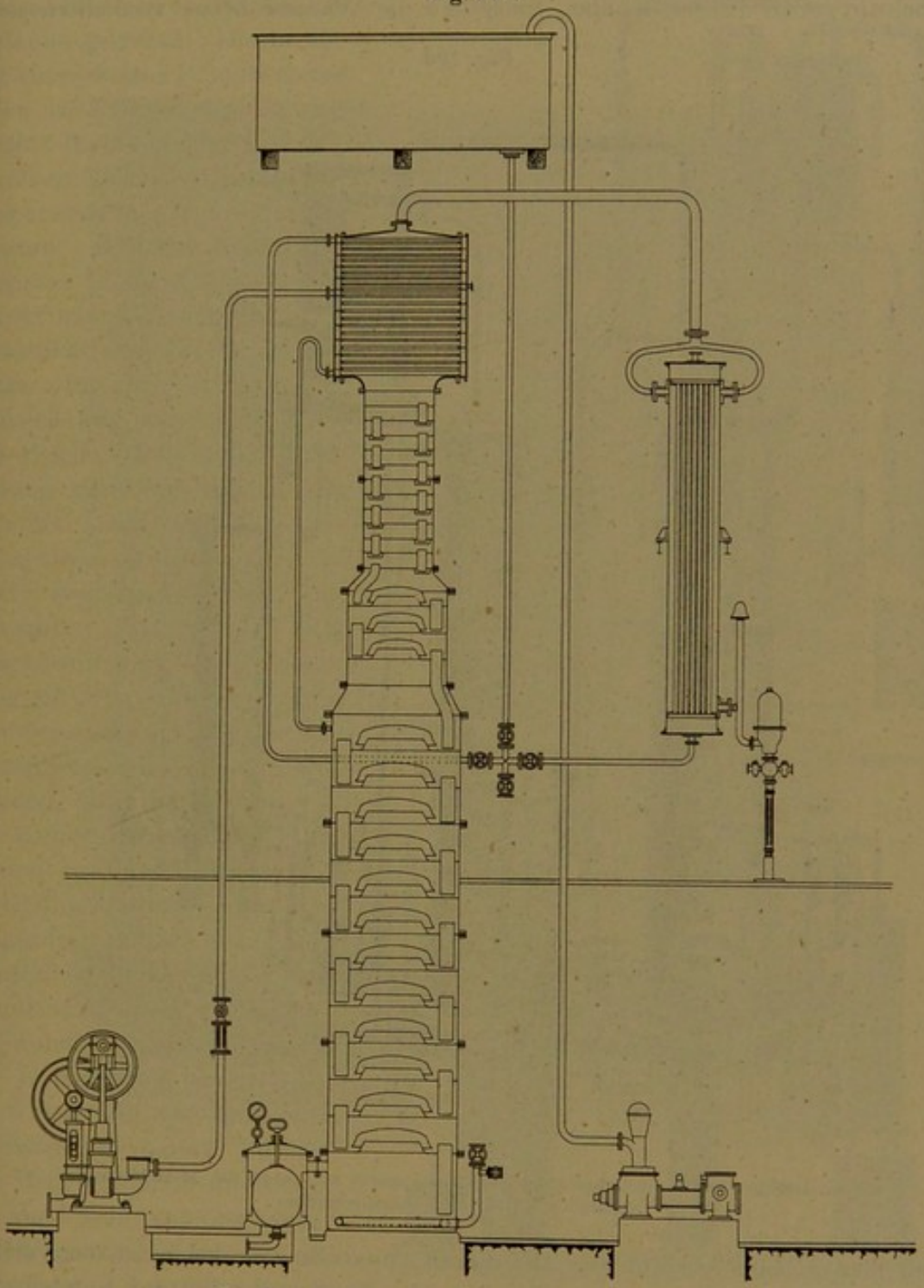
In dem bekannten Wechselspiel, aus dem sich der sogenannte Kondensationsprozeß zusammensetzt, werden die Alkohol-Wasserdämpfe vom Wasser fast befreit und treten in den Kühler durch Rohr *e* in dessen ringförmigen kupfernen Hohlkörper ein, der mit Blechspiralen versehen ist. Auf diesen gleiten die Alkoholdämpfe, sich verdichtend, als Flüssigkeit langsam nach unten und treten bei dem Auslauf *G* aus, in dem ein Thermometer und ein Alkoholometer sich befinden. Das Lutterrohr *c* führt andauernd Lutter in die Siebkolonne zurück, der, nach unten fließend, fortwährend durch die aufsteigenden Dämpfe ausgekocht und entgeistet wird. Ist nun ein Dampfregler, wie oben beschrieben, angebracht, dann reguliert sich die Dampfgabe und damit der Apparatdruck von selbst, so daß der Brenner nur den Wasserzulauf und die Maischzufuhr zu der Pumpe zu regulieren hat. Natürlich ist jeder Apparat in seinen Dimensionen auf eine Maximalleistung beschränkt, bei der die eingepumpte Maische restlos entgeistet und hochprozentige Ware geliefert wird. Beim Anlauf geht eine noch zuerst niederprozentige Ware über, bis die Apparatteile alle, besonders der Kondensator, die richtige Temperatur haben. Solange im Kondensator anfangs das Wasser noch nicht die geeignete Temperatur von etwa 70 bis 72° hat und aus der Kolonne stark wasserdampfhaltige Dämpfe kommen, wird bei der Kondensation des vielen Wasserdampfes

sehr viel Wärme frei, so daß sie hinreicht, auch einen größeren Teil des kondensierten Wassers mit dem Alkohol wieder zu verdampfen. So kommen zuerst niedergradigere Dämpfe in den Kühler herüber. Deshalb hält man auch anfangs den Apparat etwas zurück, indem man mehr Maische zupumpt und etwas mehr Wasser gibt. Bei dem langsameren Aufsteigen der Dämpfe wird nun in der Kolonne wieder mehr Wasserdampf kondensiert. Der Alkohol fließt eine Zeitlang langsamer bei *G* ab, weil sich im Kondensator eine Anreicherung vollzieht, indem die stärkere Wassergabe von der freiwerdenden Wärme genügend wegnimmt, um eine Wiederverdampfung des Wassers zu verhindern. Allmählich sinkt das Alkoholometer bis zur gewünschten Stärke ein. Dann kann man wieder die gewohnte Menge Wasser geben und die Maischpumpe ihre normale Tourenzahl machen lassen. Es ist jedoch darauf zu achten, daß nur entgeistete Maische den Apparat verläßt, was durch einen Schlempeprober möglich ist, in dem vom Regulator kommende Dämpfe verdichtet und am Auslauf des kleinen Kühlers durch ein von 0 bis 3 Proz. gehendes Alkoholometer kontrolliert werden können. Ist keine Maische mehr da, dann wird das Reservoir mit Wasser nachgeschwenkt, damit die Pumpe mit dem Wasser die in der Leitung befindliche Maische noch in die Kolonne drückt. Nun wird die Pumpe abgestellt und dem Kühler und Kondensator etwas mehr Wasser zugeleitet, weil jetzt keine Maische mehr zufließt und die auf den Böden vorhandene Maische nur ausgekocht wird, wobei natürlich immer mehr Wasserdampf mit nach oben in den Kondensator kommt. Wird gewöhnlich mit dem Apparat Spiritus von 90 bis 95 Vol.-Proz. gewonnen, so genügt ein Ausbrennen auf 80 bis 85 Vol.-Proz., um die in der Kolonne befindliche Maische so weit zu entgeisten, daß, wenn nach Abstellen des Dampfes die Böden sich etwas entleeren (während des Betriebes steht die kochende Maische etwa 1 bis $1^1/_2$ cm höher als die Überläufe), keine alkoholhaltige Maische in den Kochraum und von da in den Regulator gelangt. Ist der Dampf abgestellt, so wird auch das Wasser abgesperrt. Der Spiritus darf am Auslauf normal nicht über 15° Temperatur anzeigen.

Wie sehr, was den Bau der Kolonne betrifft, gleich von Anfang an das Richtige getroffen wurde, zeigt uns auch die Fig. 195 eines einteiligen Brennapparates der Firma W. Böckenhagen Nachfolger, Güstrow, Mecklenburg, der, wie heute alle Apparate, in Gußeisen oder Kupfer ausgeführt werden kann. Der Zweck, die Gesamtmasse der Maische des Blasenapparates in einzelne siedende, alkoholreichere Dämpfe entwickelnde Anteile zu zerlegen, war erreicht, ebenso die zur Vergrößerung des Maischweges und zur völligen Entgeistung der Maische nötige Verlangsamung ihres Laufes. Das wird durch die gegeneinander versetzten Überlaufstutzen und die runden Prellkapseln erzielt, die den Dampf zwingen, sich rundum in die zum Überlaufstutzen vorbeifließende Maische zu verteilen und diese aufzukochen. Die Maischkolonne konnte so schon als vorzüglich und wenig verbesserungsbedürftig betrachtet werden, ebenso die Einrichtung der Lutter- und Sieb- oder Rektifikationskolonne. Die besten heutigen Apparate, mit Ausnahme derjenigen von Ilges und eines von Dr. Kubierschky (Chemikerzeit. 1909, Nr. 47 und 48), weisen diese Kolonnen- bzw. Bodenanordnung auf. Wie weiter oben schon erwähnt, wendet sich die Aufmerksamkeit der Apparatbauer auf den Ausbau der Dephlegmatoren, die das hervorragend unterscheidende Merkmal der Apparate der einzelnen Fabriken bilden. Nach Fig. 195 besteht der Dephleg-

mator aus einem äußeren, säurebeständigen, gußeisernen Körper und zwei ebensolchen Kammern, in denen die Kupferrohre für die vorzuwärmende Maische und für das Kühlwasser eingelagert sind. Die aus der Maisch-, Lutter- und Siebkolonne kommenden Dämpfe haben also eine große Zahl dünner,

Fig. 195.

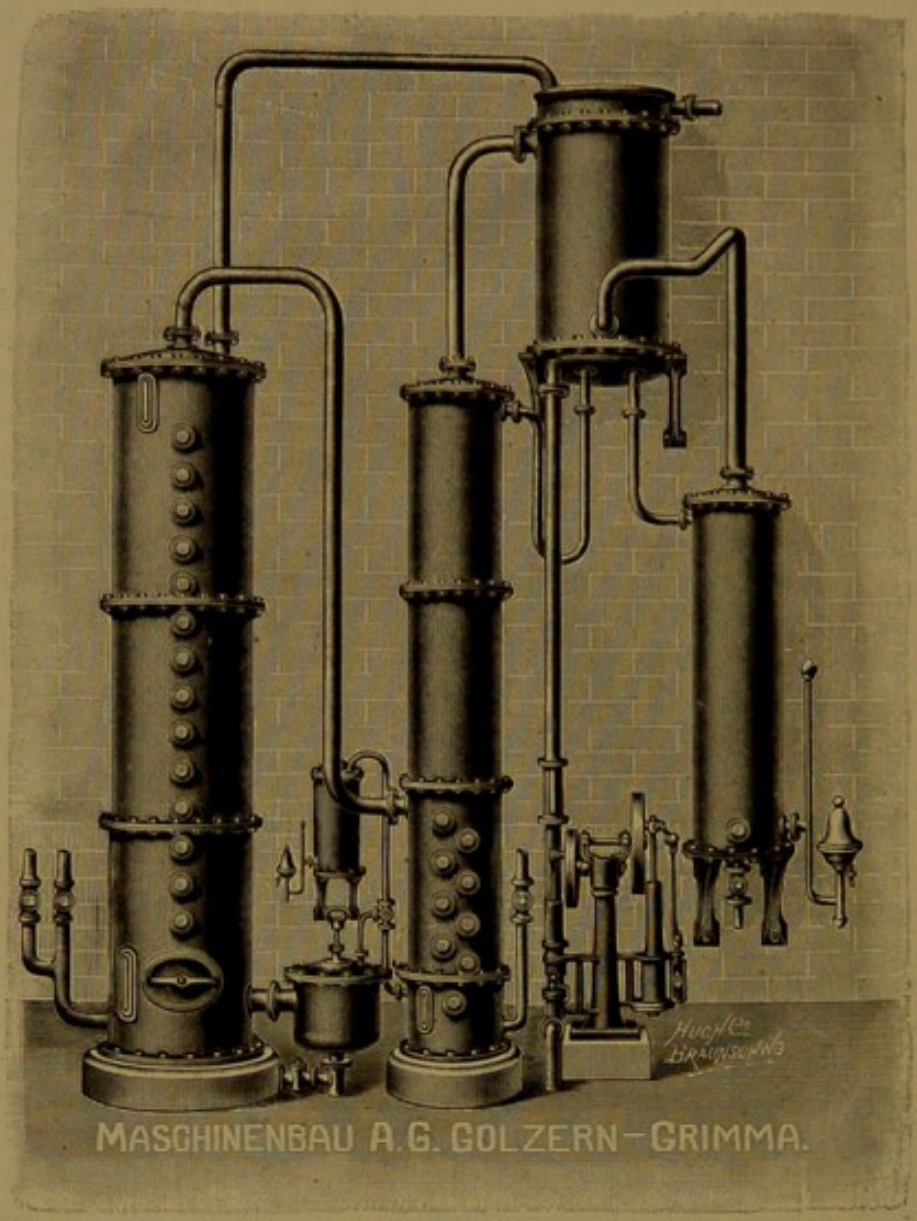


Kontinuierlicher Brennapparat von Böckenhagen.

quer zur Dampfrichtung laufender Röhrchen zu umspülen, die kalte Maische oder Kühlwasser führen. Sie vollziehen so in feinster Verteilung und Beanspruchung den Kondensationsprozeß, lassen einen großen Teil des Wassers als Lutter zurückfallen und entweichen sehr alkoholhaltig zum Kühler, der aus einem äußeren zylindrischen, schmiedeeisernen Mantel mit zwei Rohrböden aus dem

gleichen Material besteht, in die nahtlose Kupferrohre eingewalzt sind. Unten und oben befindet sich je eine Wasserkammer. In die untere tritt das Kühlwasser durch den Stutzen am Boden ein, verteilt sich durch die Röhren, sammelt sich in der oberen Kammer und tritt durch den Stutzen oben aus. Die vom Kondensator kommenden, starken Alkoholdämpfe gelangen durch das Gabelrohr oben in den Kühler, umspülen die Wasserröhren, verdichten sich

Fig. 196.



Zweiteiliger kontinuierlicher Maischdestillierapparat mit neben der Maischkolonne stehender Lutter- und Spirituskolonne.

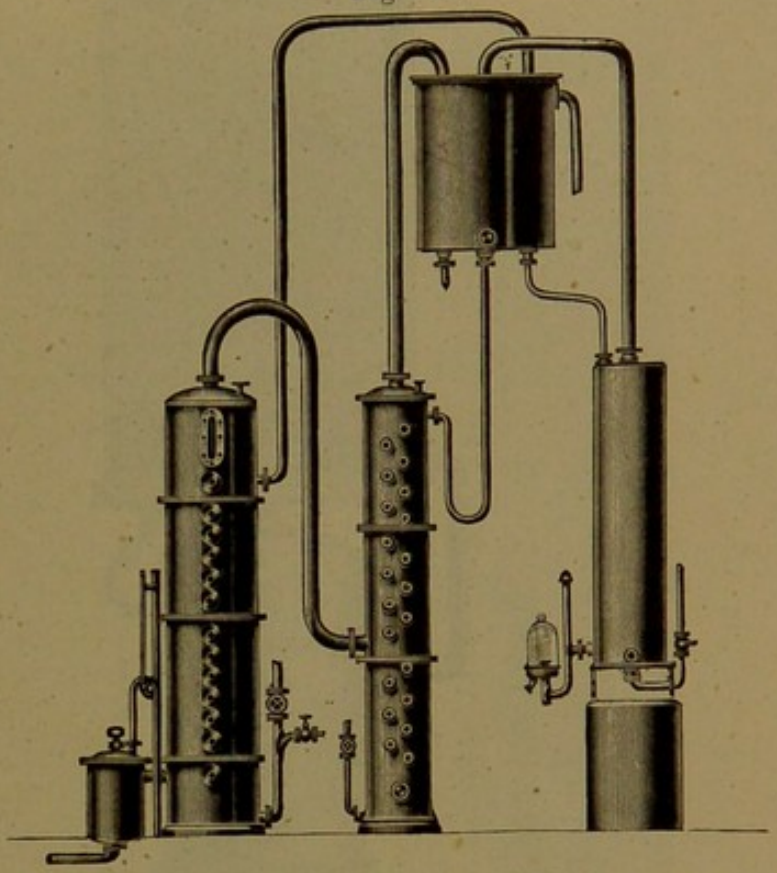
und fließen beim Auslauf ab. Bei dieser Apparatkonstruktion ist der Verlauf des Abtriebs der gleiche wie bei dem vorbeschriebenen; daß der Kondensator direkt auf der Kolonne sitzt, hat nichts zu sagen.

Eine Zeitlang nun glaubte man fest an eine besonders anreichernde Wirkung der Rektifikationskolonne und suchte sie zu vergrößern, was auf der Maischkolonne aus räumlichen Gründen selten möglich war, aber auch dann meist nicht in dem Maße, als es der Gedanke erforderte. Die Folge war die Zweiteilung des Apparates, für deren Zweckmäßigkeit noch die Tatsache ins

Feld geführt wurde, daß so Lutterwasser und Fuselöl von der Schlempe getrennt fortgelassen werden können, also diese nicht verunreinigen.

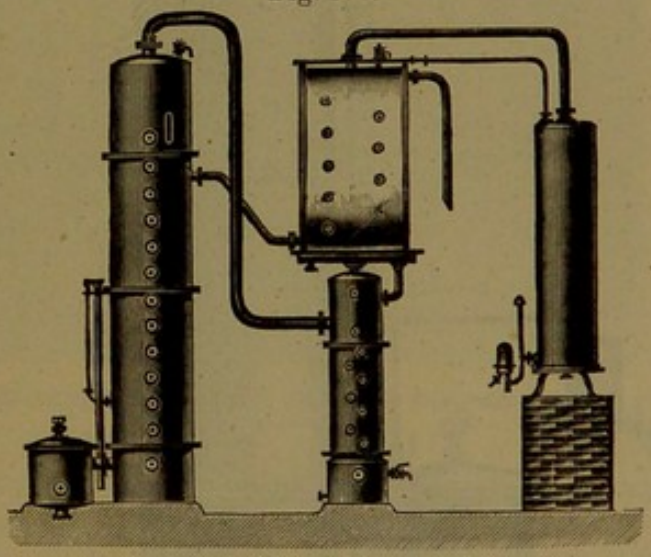
Beistehend drei Abbildungen (Fig. 196, 197, 198) zweiteiliger Apparate der Firmen vorm. Hentschel, Golzern-Grimma und Böckenhagen und Bohm. Wir sehen hier die Rektifikationskolonne einfach von der Maischkolonne getrennt. Die in dieser entwickelten Dämpfe treten oben aus, durchströmen zunächst die Siebböden mit dem darüber fließenden Lutter und kommen dann erst zur Dephlegmation. Bei dem Bohmschen Apparat ist der Dephlegmator direkt auf die stark verkürzte Rektifikationskolonne aufgesetzt. Im übrigen ist die Arbeitsleistung dieser Apparate die gleiche. Die in die Zweiteilung gesetzten Hoffnungen erfüllten sich nicht; es wurde keine zweckmäßigere Arbeit erzielt, aber mehr Dampf gebraucht. Wenn auch die Wärmeverluste durch Strahlung am Geistrohr, Kühler und Kondensator für den Destillationsprozeß nur förderlich sein können, da sie Erniedrigung des Kühlwasserverbrauchs bedeuten, so bewirkt doch die Zweiteilung eine solche Verlängerung und Abkühlung der Alkoholdampfwege, daß eine ziemliche Menge Dampf mehr zugeführt werden muß, um in der Lutter- und Siebkolonne die Flüssigkeit auf den Böden im Sieden zu erhalten. Für diesen Mehrverbrauch an Dampf ist aber kein entsprechender Erfolg zu verzeichnen. In der Zwischenzeit kam man immer mehr zu der Überzeugung, daß nur der Ausbau des Dephlegmators eine ausschlaggebende Wirkung herbeiführen und die wachsende Leistungsfähigkeit der Kondensatoren die Rektifikationskolonne überflüssig machen könne. Deshalb bauen heute die Fabriken keine zweiteiligen Apparate mehr, wenn diese vom Besitzer nicht aus altem Aberglauben verlangt werden. Dadurch ist man von der Höhe des Brennerei-

Fig. 197.



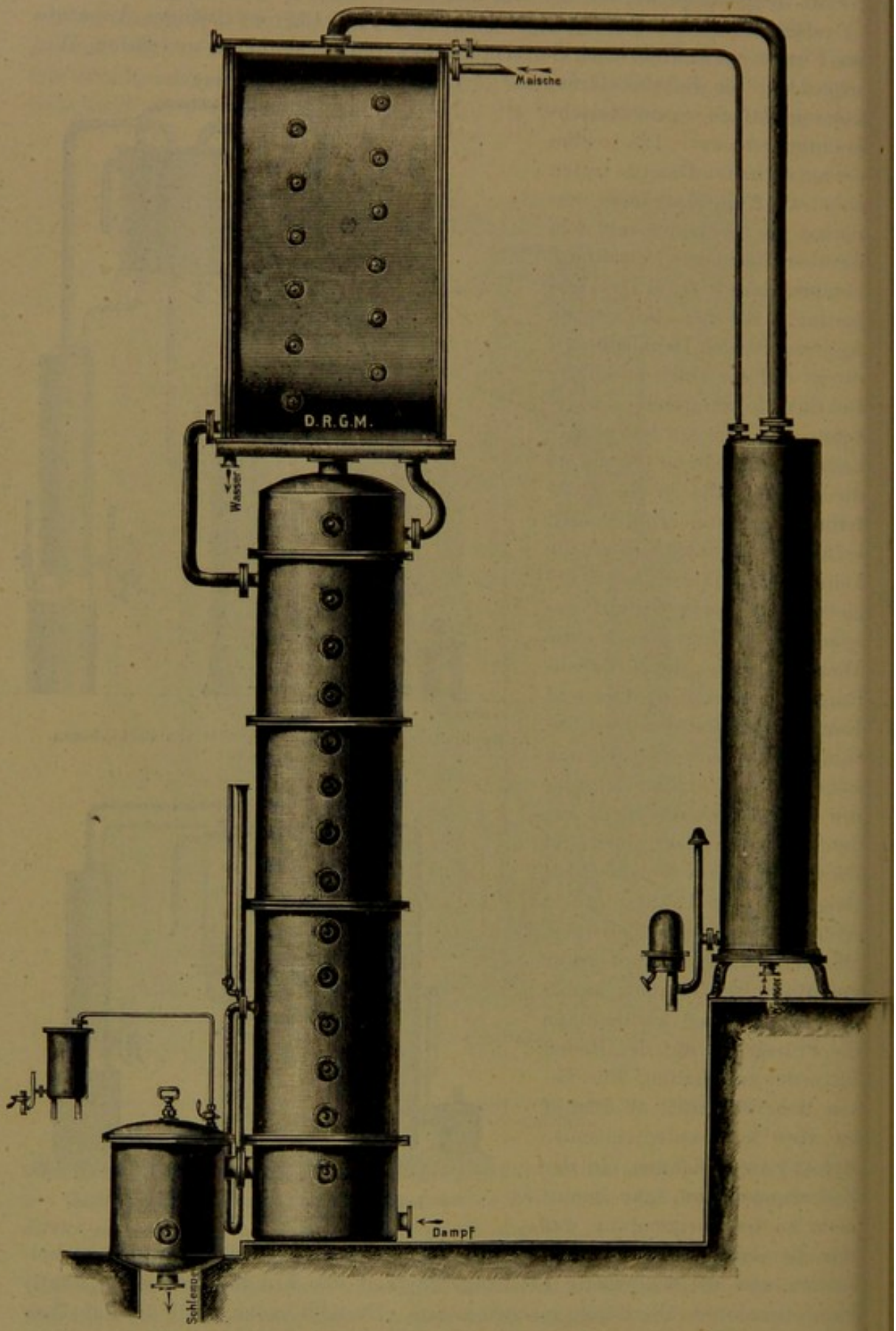
Zweiteiliger kontinuierlicher Apparat von Böckenhagen.

Fig. 198.



Zweiteiliger kontinuierlicher Apparat von Bohm.

Fig. 199.

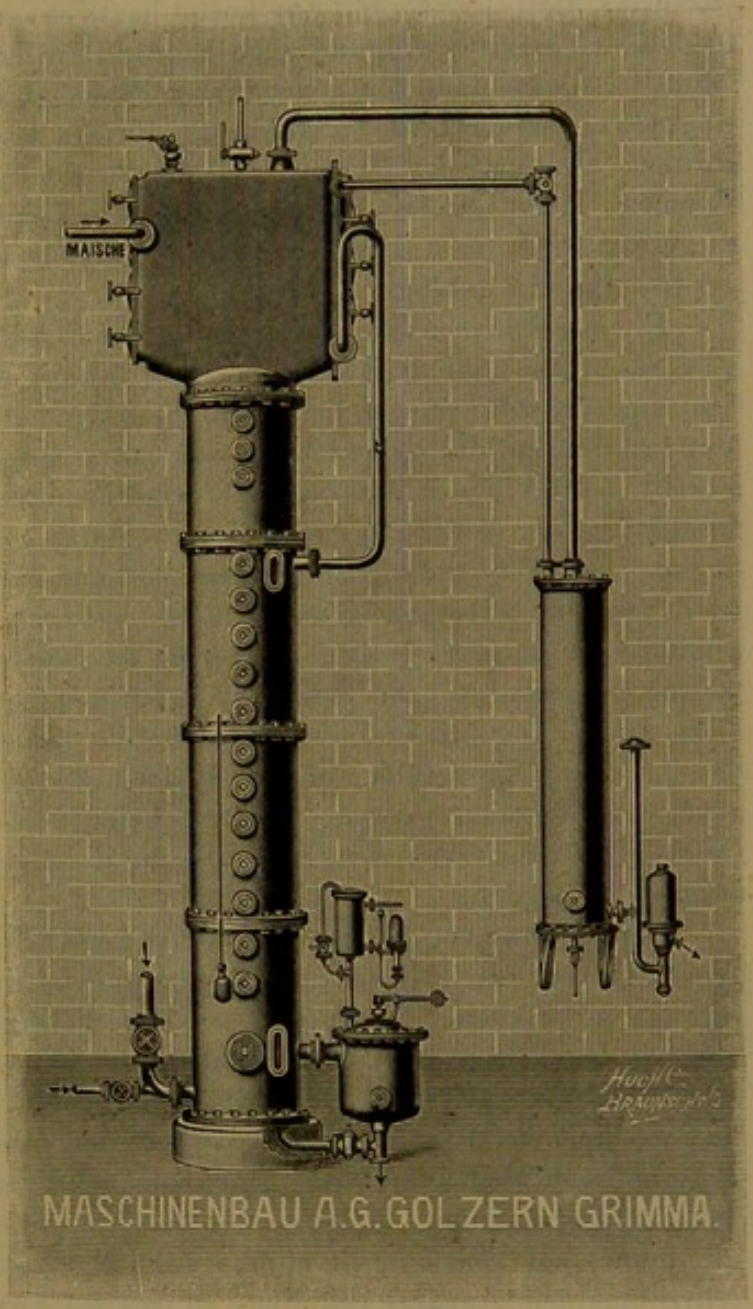


Einteiliger Brennapparat mit neuem Dephlegmator von Bohm.

raumes ganz unabhängig geworden, weil die Rektifikationskolonne fast in Wegfall kommt und einem vergrößerten Kondensator Platz macht, der aber selbst bei großer Leistung keinen großen Raum beansprucht. Die Änderung unserer Anschauungen über die Wirksamkeit der bisherigen Apparatteile und über das zu verwendende Material bedeutet nun eine ganz erhebliche Verbilligung des Brennereibetriebes. An Stelle des teuren Kupfers tritt Gußeisen, roh oder emailliert.

In den beiden Apparaten Fig. 199 und 200 der Firmen Bohm und vorm. Hentschel, Golzern-Grimma, sehen wir schon den neuesten Typ. Die Maisch- und Lutterkolonne hat bei dem Apparat Fig. 200 nur eine kleine Rektifikationskolonne, die sofort in den Dephlegmator übergeht, für den die Firma Gebrauchsmusterschutz hat. Mit diesem einfachen Apparat, der meist in Kupfer ausgeführt wird, kann je nach Größe Alkohol von 93 Vol.-Proz. gewonnen werden. Der Bohmsche Apparat hat, vom Luttereinlauf an gerechnet, eine kleine Lutterkolonne unter dem Dephlegmator, der dafür entsprechend groß gewählt ist. Der Apparat, der in Kupfer oder Eisen geliefert wird, erzeugt Rohspiritus von 95 bis 96 Vol.-Proz., wie ihn der Verfasser auch mit dem Apparat von Böckenhagen aus sehr alkoholarmer Würze erhielt.

Fig. 200.



Einteiliger Brennapparat mit neuem Dephlegmator von Golzern-Grimma.

Bei Aufstellung eines modernen Brennapparates ist also folgendes zu berücksichtigen: die reichlich große Maischkolonne muß mit einer genügenden Anzahl von Böden versehen sein, die eine ebenso oft wiederholte Destillation der Maische und Anreicherung der Dämpfe mit Alkohol bedeuten und die sichere Entgeistung der Maische bis zum Auslauf verbürgen. Die Höhe der Lutterkolonne hängt von der Zahl der Siebböden ab, die zur völligen Befreiung des herablaufenden Lutters vom Alkohol nötig sind. Von besonderer

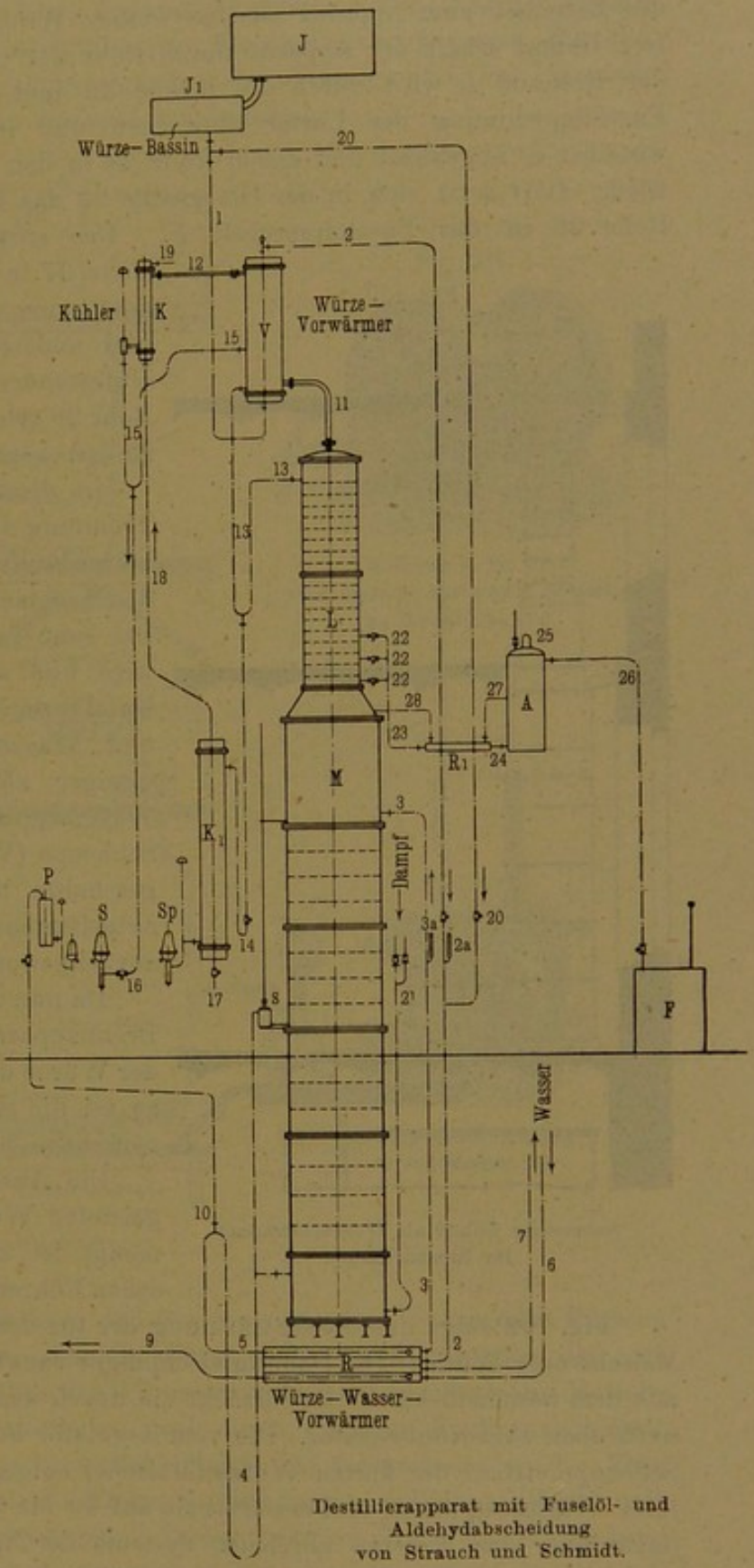
Wichtigkeit ist jedoch ein hinreichend großer und sehr wirksamer Dephlegmator. Wird an dem Apparat noch ein Aldehydausscheider angebracht, dann bedeutet dies die Wegnahme der unangenehmsten aller Verunreinigungen des Rohspiritus, der dadurch für manche technische Zwecke, ganz besonders aber für die Essigfabrikation geeignet wird. Außerdem ist das Fuselöl ein sehr begehrter Artikel geworden und kostet heute etwa 300 bis 380 ℳ pro 100 kg, so daß sich seine Gewinnung auch bei der Destillation der Maische und Würze lohnt. Es wird dann ein sogenannter Fuselölabscheider in die Lutterleitung eingesetzt, der den Lutter abkühlt, das Fuselöl vom Alkoholwasser trennt und abführt. Das hat den Vorteil, daß die Fuselöle nicht mehr in die Schlempe kommen, indem sie mit dem Lutter in die Kolonne zurücklaufen, der wohl entgeistet wird, aber dann mit seinem Fuselölgehalt nach unten in die entgeistete Maische gelangt.

Einen solchen neuen Brennapparat mit Fuselölabscheidung zeigt Fig. 201. Wir sehen bei ihm aber auch die Einrichtung, die vom Apparat ablaufende Schlempe ihrer Wärme zu berauben, diese der kalten alkoholhaltigen Flüssigkeit zuzuführen, die somit bereits sehr stark vorgewärmt in den Kondensator eintritt. Doch eignet sich diese Wärmeausnutzung eigentlich mehr für die Destillation der Würze, die entgeistet wegläuft, ohne weitere Verwendung zu finden. Ihre Verwendung zum Anwärmen der kalten Würze für den Apparat ist daher sehr zweckmäßig und hat den weiteren Vorteil, daß durch die Abkühlung der kochend heißen Würze die Unannehmlichkeiten wegen ihrer Ableitung in Kanalisationen usw. in Wegfall kommen. Für Maischapparate hat diese Anordnung keinen Zweck, weil ja die entgeistete Maische als Schlempe den Apparat nur verläßt, um im Montejuskocher nochmals aufgekocht und geklärt zu werden. Würde man die heiße Schlempe zur Vorwärmung der frischen Maische verwenden, so müßte die dann kalte Schlempe ja erst wieder aufgekocht werden.

Der Apparat von Strauch und Schmidt (Fig. 201) mit seiner Aldehyd- (Vorlauf) und Fuselöl (Nachlauf) abscheidung ist wert, in seinem Gange näher verfolgt zu werden. Denn daß bei dem heutigen Preise des Fuselöls die Brenner dazu übergehen, durch Einbau eines Fuselölabscheiders das so wertvolle Fuselöl zu gewinnen, ist dringend geboten. Dadurch wird nicht bloß die Schlempe oder Würze fuselfrei, sondern der Verkauf des gewonnenen Fuselöls gibt auch eine angenehme Einnahmequelle gegenüber all den Lasten der Rohspirituserzeugung. Nehmen wir den Gehalt an Fuselöl nur zu 0,4 Proz. an, dann sind sicher noch etliche Zehntelprozente mit der Schlempe oder Würze aus dem Apparat gelaufen, so daß ein Fuselölausscheider je nach der Herkunft des Rohspiritus vielleicht 0,6 bis 0,8 Proz. Fuselöl herausholt; das wären auf 100 hl Rohware etwa 60 bis 80 kg Fuselöl, das heute teilweise um 380 ℳ pro 100 kg gekauft wird. Jedenfalls macht sich ein Fuselölabscheider bald bezahlt. Bauen aber die Lufthefenfabriken in ihre Apparate noch Aldehydabscheider ein, dann nehmen sie ihrer weniger beliebten Rohware den daran schuldigen Bestandteil und können ihr den Platz neben besserer Rohware zurückgewinnen. Der Gang der Destillation im Strauchschen Apparat ist folgender: Aus dem Würzereservoir J tritt die Würze bzw. Maische in das Würzebassin J_1 und von dort durch Rohr 1 in den Würzevorwärmer V, von hier durch Rohr 2 in den Würze-Wasser-Vorwärmer R und durch Rohr 3 in die Maischkolonne M. Nachdem sie hier in bekannter Weise entgeistet ist,

tritt sie durch Siphon 4 und Rohr 5 als Schlempe (oder entgeistete Würze) in den Kühler *R*, um dort sowohl die durch Rohr 2 zugeführte Würze, als auch das durch Rohr 6 zu- und durch Rohr 7 abgeführte Wasser zu erwärmen. Durch Rohr 9 verläßt die Schlempe den Apparat. An der höchsten Stelle des Siphons 4 ist das Rohr 10 angebracht, welches zum Probekühler *P* zur Kontrolle führt, ob aller Alkohol verdampft ist. Die Alkoholdämpfe durchströmen die Lutter- bzw. Rektifizierkolonne *L* und treten durch Rohr 11 in den Würzevorwärmer bzw. Dephlegmator *V*. Die dort nicht verflüssigten Alkoholanteile treten durch Rohr 12 in den Vorlaufkühler *K*. Die im Würzevorwärmer *V* verflüssigten Alkoholanteile gehen zum Teil durch Rohr 13 in die Lutterkolonne zurück und werden auch zum Teil durch Rohr und Hahn 14 in den Spirituskühler K_1 geführt, dort abgekühlt und verlassen den Apparat durch den Spiritusverschluß *Sp*. Die im Vorlaufkühler *K* verflüssigten und abgekühlten Vorlaufdämpfe treten durch Siphonrohr 15 zum Teil in den Würze(Maisch-)vorwärmer *V* zurück, zum Teil werden sie durch Rohr und Hahn 16 in den Spiritusabfluß *S* geleitet und von dort aus dem Apparat als Vorlauf (Aldehyd) entfernt. Das Kühlwasser tritt durch Rohr 17 in den Kühler K_1, durch Rohr 18 in den Vorlaufkühler *K* und wird durch Rohr 19 abgeführt. Zur Kontrolle über den in der Maischkolonne herrschenden Druck ist das Gefäß *s* mit dem darauf

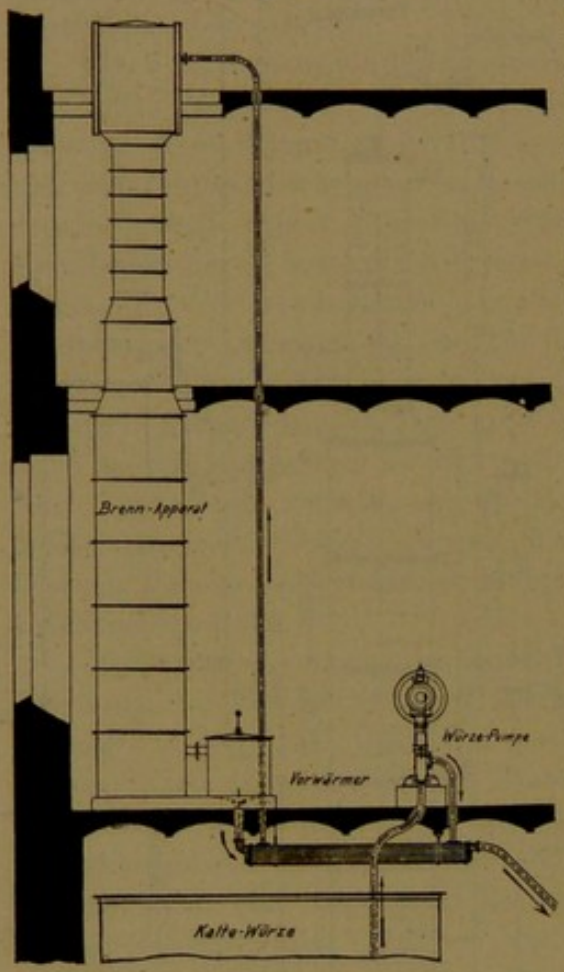
Fig. 201.



Destillierapparat mit Fuselöl- und Aldehydabscheidung von Strauch und Schmidt.

befestigten Glasrohr angebracht. In die Würze(Maisch-)leitungen 2 und 3 sind die Thermometer 2a und 3a eingeschaltet, um die Temperatur ablesen zu können. Zur Regelung dieser Temperatur und zur allenfallsigen Regelung des Zuflusses zum Apparat ist das weitere Würzezuflußrohr 20 angebracht. Den Dampf erhält der Apparat durch Rohr 21. Aus einigen unteren Böden der Kolonne L wird durch die Hähne 22 und Rohr 23 zum Zwecke der Fuselölgewinnung der Lutter abgezogen und in den Kühler R_1 geführt, woselbst er abgekühlt und durch Rohr 24 in den Fuselölabscheider A geleitet wird. Dort setzt sich in der Glasglocke 25 das Fuselöl ab und läuft durch Rohr 26 in das Fuselölreservoir F. Der entfuselte Lutter fließt durch Rohr 27 in den Kühler R_1 zurück, um dort einerseits vorgewärmt zu werden und andererseits den durch Rohr 23 eintretenden Lutter abzukühlen. Durch Rohr 28 gelangt der vorgewärmte Lutter in den Apparat zurück.

Fig. 202.



Bohmscher Kühler als Würzevorwärmer für Brennapparate.

In dieser Weise vollzieht sich die Trennung des Rohspiritus von den Vorlaufprodukten (fast nur Aldehyd) und den Nachlaufprodukten (Fuselöl), so daß ein sehr guter Rohspiritus gewonnen wird und außerdem das gut bezahlte Fuselöl zur Verfügung steht. An Dampf und Wasser braucht dieser Apparat weniger als die Normen; denn die Wärmeverluste durch die abfließende Schlempe (Würze) werden ganz ausgeschaltet und die Wärmemengen der entgeisteten Flüssigkeit für den Apparat zurückgewonnen.

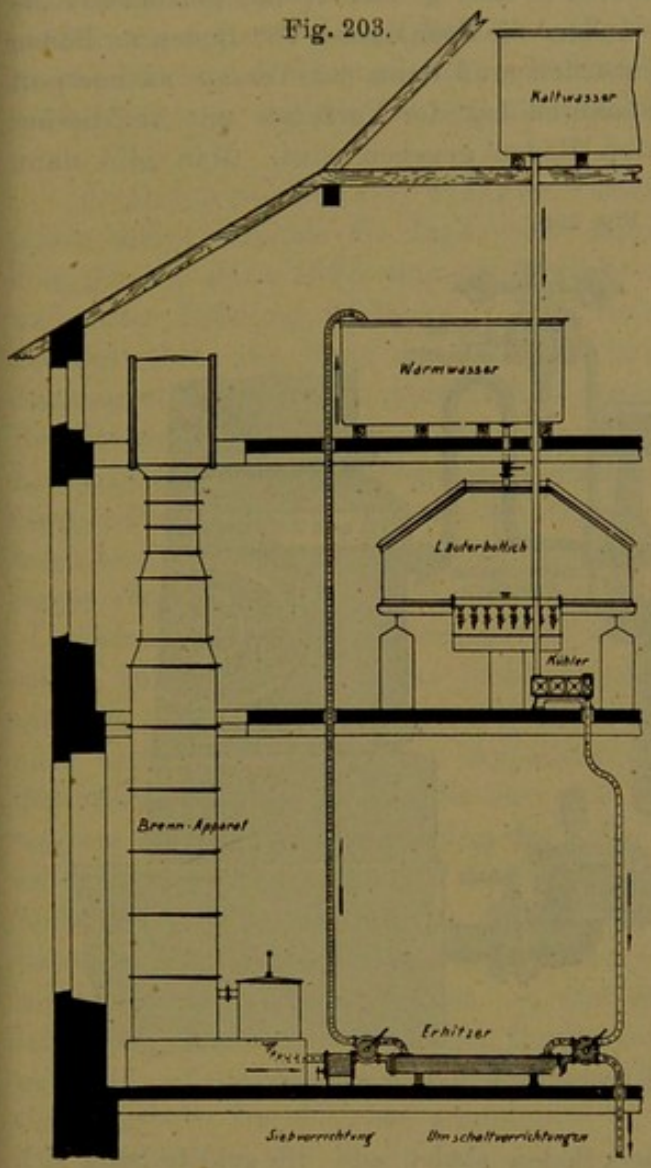
Da nun die vorstehend geschilderten Brennapparate auch für die Destillation der Würze des neuen Verfahrens dienen, so sei die Sache hier gleich weiter besprochen.

Die Ausnutzung der mit der entgeisteten Würze fortlaufenden Wärmemenge ist z. B. auch mit dem Bohmschen Röhrenkühler leicht durchführbar.

Fig. 202 zeigt uns die Anwärmung der für den Brennapparat bestimmten Maische oder Würze. Die Dampfmaischpumpe saugt die kalte Würze (Maische) aus dem Sammelbehälter und drückt sie durch den Bohmschen Röhrenkühler nach oben zum Kondensator. Die vom Regulator kommende heiße Würze oder Schlempe strömt der kalten Würze (Maische) entgegen, gibt den größten Teil ihrer Wärme an sie ab und erwärmt sie auf 60 bis 70°. Der Bohmsche Kühler (oder einer der anderen ähnlichen Systeme der Spezialfabriken) wird dann wie in der Zeichnung über dem Behälter der alkoholhaltigen Würze (Maische) an der Decke aufgehängt. Die Mehrleistung der Pumpe verschwindet gegenüber der riesigen Kohlenersparnis infolge der heiß in den Apparat eintretenden Würze.

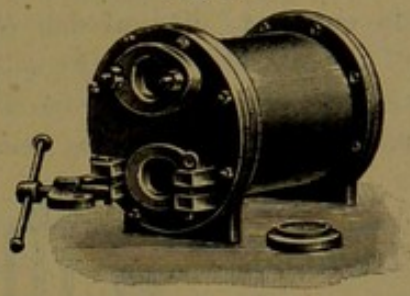
Fig. 203 zeigt die Verwendung der heißen Würze, um mit ihr kaltes Wasser stark anzuwärmen. Zweckmäßigerweise schaltet die Firma Bohm im letzten Falle, wie aus Fig. 203 ersichtlich, direkt hinter dem Regulator eine Siebvorrichtung (Fig. 204) ein, um vom Apparat mitgerissene, feste Teilchen zurückzuhalten. Außerdem erhält der Kühler zwei Umschaltevorrichtungen, Fig. 205, welche durch wechselseitige Durchführung der Flüssigkeiten das Ansetzen von Wasserstein oder dgl. im Apparat verhindern.

Fig. 203.



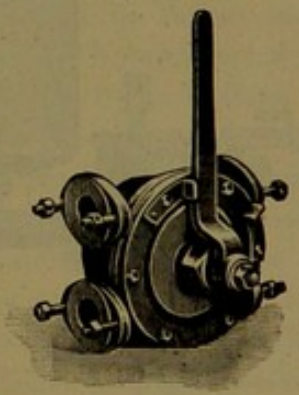
Bohmscher Kühler als Wassererhitzer.

Fig. 204.



Siebeinsatz für die vom Apparat kommende Schlempe zu Anordnung 203.

Fig. 205.

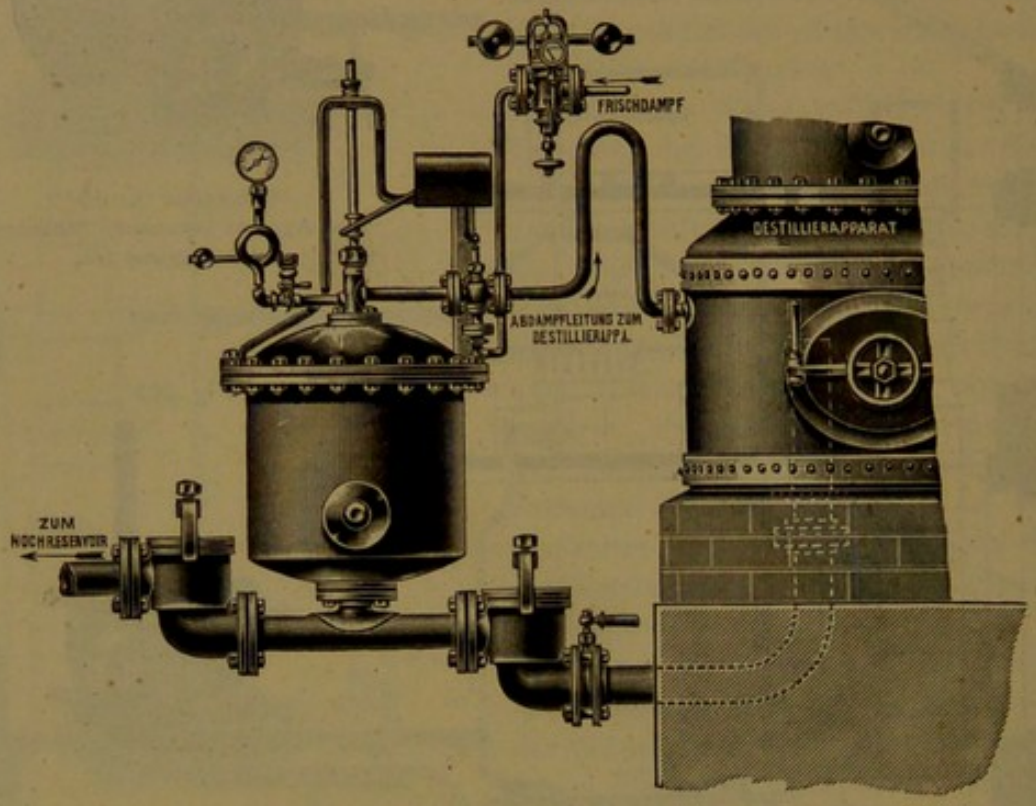


Umschaltevorrichtung zu Anordnung 203.

Im allgemeinen sei erwähnt, daß die Apparate für Würze oder Maische fast ganz gleich gebaut sind. Da die Würze treber- und hülsenfrei ist und deshalb mehr schäumt, so haben die Würzeapparate meist am Ende der Maischkolonne über deren oberstem Boden noch einen größeren Kochraum, damit kein Schaum in die Lutter- und Siebkolonne mit fortgerissen wird. Eine interessante Neuerung bietet die Firma R. Hübner in Züllichau (Mark) mit ihrem automatischen Schlempeheber. Dieser tritt an Stelle des Regulators, hat aber den Vorteil, daß er die entgeistete Maische selbsttätig beliebig hoch und weit fortdrückt, was unter Umständen von großem Vorteil ist und eine Vereinfachung der Schlempebeförderung bedeutet (Fig. 206 a. f. S.).

Nach längerem Gebrauche bilden sich speziell in der Maisch(Würze)-kolonne braune Krusten, die bis 2 cm stark werden und dann die Prellkapseln für den aufsteigenden Dampf fast undurchgänglich machen können. Diese Krusten bestehen meist aus festgebrannten Maischresten, Hülsen und etwas Sand usw. Die Siebkolonnen sind frei davon, enthalten aber dafür all das Fett, das etwa aus dem Maschinenabdampf oder aus den Rohstoffen, besonders aus dem Maise stammen kann. Der Fettbelag der Siebböden wird mit etwas Soda entfernt, die, auf den obersten Boden gebracht, bei geringem Ausdämpfen des Apparates sich löst. Indem die Sodalösung von Boden zu Boden läuft, nimmt sie das Fett auf. Natürlich muß dann mit Wasser nachgespült werden. Die Krusten der Maischkolonne hat der Verfasser mit kaustischer Soda entfernt, die auf den obersten Boden gegeben wird. Man gibt dann

Fig. 206.



Automatischer Schlempeheber von R. Hübner, Züllichau.

Dampf, bis die Flüssigkeit auf den Böden siedet und die gelöste Soda sich in der Kolonne verteilt hat, läßt erkalten und schwenkt mit Wasser nach. Nach Wegnahme der bei jedem Boden befindlichen Messingschrauben kann man die losgelösten Krusten herausholen.

Wenn der Apparat einige Tage nicht benutzt wird, genügt sein Austrocknen, um die Krusten abspringen zu lassen. Nach einer in der Zeitschr. f. Spiritus-Ind. 1884, S. 997, veröffentlichten Vorschrift soll die Entfernung der Krusten auf folgende Weise schnell vor sich gehen. Die Kolonne wird mit Wasser gut nachgespült. Dann öffnet man die Verschraubungen der einzelnen Böden, stellt auf die Prellkapsel eine Schale, die mit Petroleum und Spiritus zu gleichen Teilen gefüllt ist, und zündet das Gemisch an. In einigen Minuten sei die Kammer so heiß und trocken, daß die Krusten leicht abfallen. Mit der untersten Kammer beginnend, reinigt man so eine nach der

anderen. Mit je 2 Litern Petroleum und Spiritus soll der größte Apparat zu reinigen sein.

Das Verfahren mag zum Ziele führen; aber empfehlen möchte es der Verfasser aus leicht begreiflichen Gründen nicht und glaubt auch, daß die Behörden es ungern sehen würden.

Erwähnt sei noch, daß jeder moderne Brennapparat einen Probierkühler haben sollte, der gestattet, die Dämpfe der entgeisteten, zum Schlemperegulator austretenden Schlempe oder Würze stets auf wirklich erfolgte Entgeistung zu prüfen; die Apparate haben jetzt fast alle solche Prober. Die Dämpfe werden in einen kleinen Kühler geleitet, gekühlt und fließen als Kondensat in einen Auslauf, in dem sich ein Lutterprober befindet.

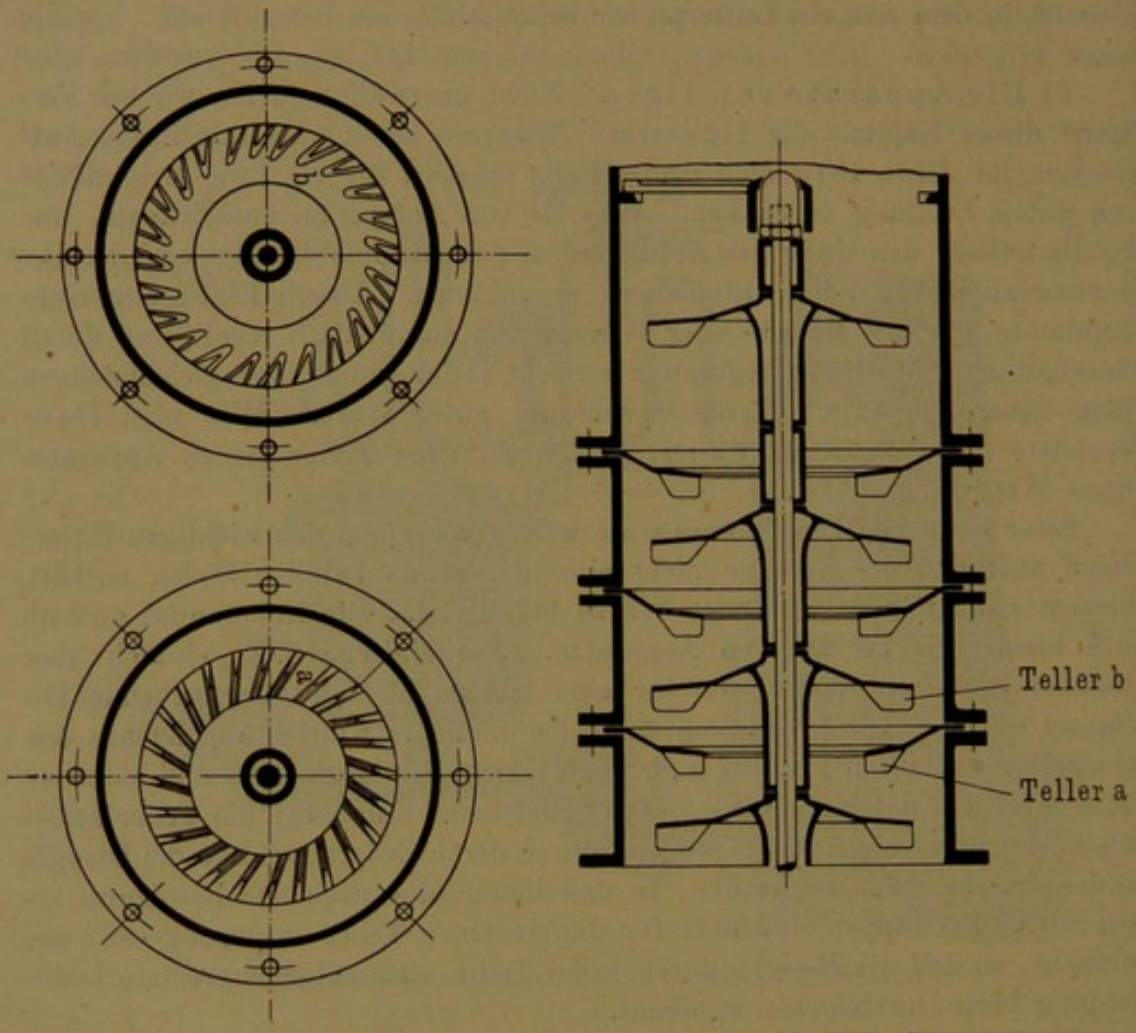
δ) Die Apparate von Ilges. Nicht unerwähnt dürfen wir vor Verlassen dieses Kapitels die Ilgesschen Apparate lassen, die seit ihrem Aufkommen im Jahre 1873 eine große Rolle spielen, die sie ihrer Originalität und guten Leistung verdanken. Was sie von Anfang an auszeichnete, war das Bestreben, den Gang des Apparates so gut wie unabhängig von der Bedienung zu machen, ihn automatisch auszubilden. Durch Einfügung eines Regulators, der den Maisch- oder Würzezufluß automatisch regelt, und durch Einschaltung eines Dampfregulators erreicht Ilges einen sehr gleichmäßigen Gang seiner Apparate und die Gewinnung guter Ware. Was man Ilges besonders nachrühmen kann, ist, daß er in allen Teilen seines Apparates eigene Wege ging.

Seine einfachen Destillierapparate weisen vor allem den wichtigen Unterschied auf, daß die Kolonne nicht einzelne, etwas befüllte Böden enthält, sondern ganz mit Maische oder Würze befüllt ist. Die Kolonne ist deshalb auch kleiner als bei anderen Apparaten. Die Maische fließt einfach über besonders geformte Teller, die ihr eine lebhaft hin und her gehende Bewegung erteilen. Die Anordnung der Teller und ihre Einrichtung ist aus den schematischen Bildern Fig. 207 (a. f. S.) zu sehen. Je ein größerer und kleinerer Teller wechseln miteinander ab (siehe Schnitt der Kolonne); die Teller selbst haben tangential angeordnete Rippen, durch deren Zwischenräume die Dämpfe in die Maische geblasen werden, so daß dieser eine drehende Bewegung erteilt wird. Die Rippen sind aber für die einzelnen Teller entgegengesetzt angebracht, so daß die Maische durch jeden Teller eine entgegengesetzte Drehrichtung beim Durchkochen annimmt.

Fig. 208 (S. 483) stellt den ganzen Apparat in neuester Bauart dar. Der Maischeinlauf hat eine Neuregelung erfahren. Der neue Maischregulator *G* ist eine große Balkenwage, welche auf ein weites, senkrechtes Standrohr montiert ist. Letzteres steht oben offen und kommuniziert von unten mit dem Maischbehälter *H*, so daß in beiden die Maische gleich hoch steht. Die Bewegungen des Wagebalkens übertragen sich mittels einer daran aufgehängten Zugstange auf ein am unteren Teile des Standrohrs befindliches, entlastetes Maischventil, welches so eingestellt werden soll, daß ein Maischstrahl von immer gleicher Höhe hindurchläuft, zuerst in die eine der beiden Wagschalen kommt und von dort weiter in den Apparat überfließt. Wird die Gewichtsschale in bestimmtem Maße belastet, so kommt die Wage bei gleicher Belastung der Maischschale zur Ruhe, also bei derjenigen Stellung des Maischventils, bei der die Maischschale in bestimmter Höhe mit Maische gefüllt ist. Da an ihr seitlich ein

mehr hoher als breiter Überlauf angebracht ist, so wird die Maische, wenn ihr Flüssigkeitsspiegel über der Unterkante des Überlaufs steht, in einem Strahl von bestimmter Größe ununterbrochen ausfließen, während das Maischventil einen Strahl von gleicher Größe in die Maischschale entsendet. Vermehrt man die Belastung der Gewichtsschale, so steigt der Maischspiegel und der Maischstrahl wird größer. So wird der gleichmäßigste Einfluß der Maische zum Apparat hergestellt, mag der Behälter *H* noch viel oder wenig Maische enthalten. Diese tritt durch das Trichterrohr in die Maischsäule *A* ein, wo

Fig. 207.



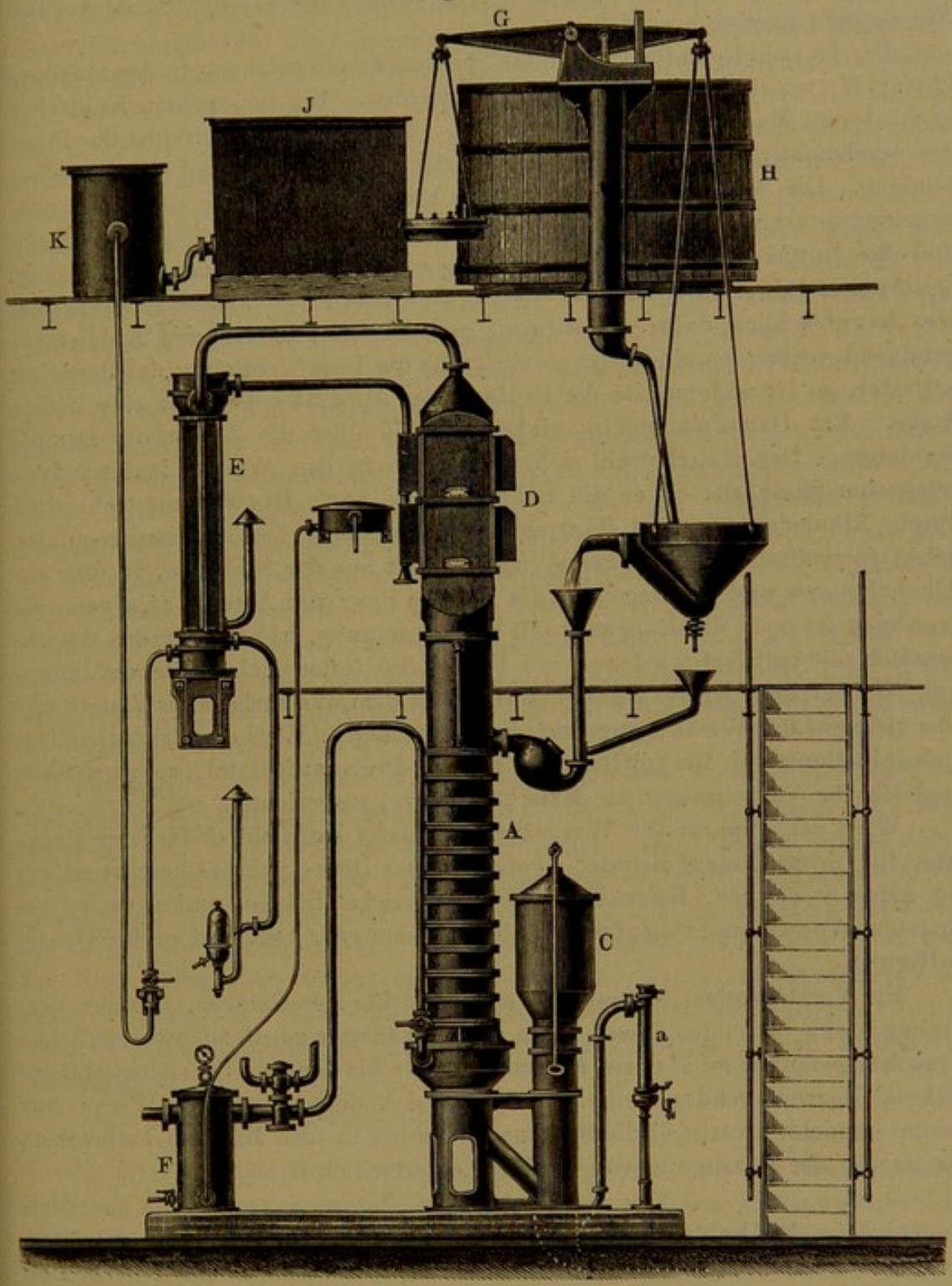
Die Grundrisse zweier Teller, von unten gesehen.

Telleranordnung der Ilges-Kolonne.

die eigentliche Destillation stattfindet. Die entgeistete Schlempe wird durch ein Ventil im Schlemperegulator *C* entlassen und gibt beim Austritt selbsttätig einige Dämpfe an den Schlempeprober *a* ab, welche dort verdichtet werden. Ihr Kondensat gibt fortlaufend den sichersten Aufschluß über die richtige Entgeistung der Schlempe. Der Dampfregulator *F* ist wesentlich vereinfacht. Der Schwimmer ruht nicht mehr auf dem oberen Spiegel der regulierenden Wassersäule, sondern auf dem unteren Wasserspiegel, befindet sich also in dem unteren Dampfgefäße und überträgt mittels eines Hebels seine Bewegungen unmittelbar auf den Kolben des Dampfregulierventils. Der Maschinenabdampf tritt durch den Stutzen links in das Dampfgefäß von *F*

ein; der Eintritt der Kesseldämpfe erfolgt durch den Stutzen rechts am Regulierventil; gegenüber befindet sich der Stutzen, der den überschüssigen Maschinenabdampf entläßt, sofern die Betriebsmaschine einmal allein schon

Fig. 208.



Ilges Rohspiritus-Automat.

zu viel Dampf für die Destillation liefern sollte. Die Dämpfe treten, nachdem sie die Kolonne *A* durchströmt haben, in den rektifizierenden Dephlegmator *D* ein, welcher aus einzelnen Abteilungen aufgebaut ist, von deren Anzahl die Alkoholstärke des Produktes abhängt.

Jede Abteilung besteht aus einem quadratischen gußeisernen Kasten, in welchen Messingrohre wagerecht eingelegt sind; die zur Rektifikation dienenden Porzellankugeln finden in den zwischen den Rohren befindlichen Räumen Platz. Die Rohre, durch die das Kühlwasser fließt, sind von außen sichtbar und können jederzeit während des Betriebes ohne weiteres von Schlamm und Wasserstein gereinigt werden.

Die im Dephlegmator gereinigten Spiritusdämpfe gelangen in den Spirituskühler E, wo sie zu Spiritus verdichtet werden. Die senkrechten Kühlrohre in E, dessen Mantel anschließend an die Lagerung der Kühlrohre die Form des regelmäßigen Sechsecks hat, lassen sich ebenfalls während des Betriebes reinigen. Die beschriebenen Apparatteile arbeiten einzeln für sich sowie miteinander derart genau, daß bei ganz automatischem Betriebe die Spiritusstärke und die Entgeistung der Schlempe sich immer gleich bleiben. Die Arbeit des Apparatführers besteht nur darin, Störungen von außen fernzuhalten, also hauptsächlich dafür zu sorgen, daß Maische, Dampf und Kühlwasser genügend vorhanden sind. Ist so einerseits die Beaufsichtigung des Betriebes entlastet, so ist andererseits die Prüfung des Apparates jederzeit eine leichte Sache. Ein Dampfmanometer gibt Aufschluß über die Arbeit des Dampfregulators. Den Maischstrahl sieht man offen in den Apparat laufen; dazu zeigt eine Skala an, ob er die richtige Größe hat. Der Spiritusstrahl wird durch Alkoholometer und Thermometer gemessen. Der Schlemperegulator liefert fortwährend in richtiger Weise Destillat aus der Schlempe, in dem ein Alkoholometer und Thermometer die kleinste Spur von Alkohol anzeigen. Zu erwähnen ist noch das Rührwerk mit Siebvorrichtung, welches für den Maischbehälter mit geliefert wird und ein Setzen der festen Maischteile verhindern soll. Ferner läßt der Wasserregulator K aus dem Wasserbehälter J stets nur eine gleichmäßige Wassermenge zum Kühler gelangen. Wird eine dritte Dephlegmatorabteilung für Rohspiritus von 93 Vol.-Proz. aufgesetzt, so wird diese zugleich für Vorwärmung der Maische (Würze) eingerichtet.

Wird der Apparat für Würze benutzt, dann kann ein einfacherer Regulator für ihren Einlauf benutzt werden. Diese Ilges-Apparate kennen so gut wie keine Störungen, liefern Alkohol stets gleicher Stärke, und zwar bei geringstem Wasser- und Dampfverbrauch, und sind sehr billig bei großer Dauerhaftigkeit.

Mit Vorstehendem müssen wir es angesichts des Raumes, der zur Verfügung steht, bewenden lassen, ohne all der anderen gewiß auch vorzüglichen Apparate gedenken zu können, an denen gerade die deutsche Spezialmaschinentechnik Hervorragendes leistet. Kann es sich doch in diesem Werke nur darum handeln, prinzipiell die Spiritusgewinnung in dem Maße zu besprechen, als sie mit der Erzeugung von Preßhefe eng verknüpft ist.

ε) Die Aufbewahrung und die Abfertigung des Rohspiritus. Der gewonnene Rohspiritus fließt nach den steueramtlichen Vorschriften unter Verschluß in eiserne Sammelbehälter, die meist in einem unter der Brennerei gelegenen Raum sich befinden; dieser selbst steht unter Kontrolle der Behörde und kann nur in Gegenwart von deren Vertreter vom Besitzer betreten werden. Der Rohspiritus unterliegt nun behufs Übertritt in den Verkehr einer sogenannten Abfertigung, die nach der Größe der Fabrik mehr oder weniger oft im Monat stattfindet. Es müssen also die Spiritusbehälter groß

genug sein, um die Spirituserzeugung von einer Abfertigung zur anderen aufzunehmen.

Während man eine Zeitlang glaubte, gut daran zu tun, diese Behälter innen mit einem Zementverputz oder Anstrich zu versehen, werden diese Manipulationen jetzt unterlassen und die Behälter einfach aus bestem Walzeisenblech hergestellt. Die Schweizer Monopolverwaltung verwendet hierzu verzinktes Eisenblech. Die Behälter müssen mit einem Spritstand versehen sein, der eine Skala neben sich trägt, auf der meist zentimeterweise die von der Steuerbehörde ermittelten, entsprechenden Inhaltszahlen aufgezeichnet sind. Diese Spritstände tragen oben eine durchlöcherte Kappe, aus der die Luft des sonst verschlossenen Behälters beim Einlauf des Rohspiritus entweichen kann. Dieses Entlüftungsventil kann auch am Deckel des Behälters angebracht werden, an dem auch ein Mannlochverschluß sich befindet. Wenn die Abnahme des erzeugten Rohspiritus stattfindet, wird dieser mittels einer Rotations- oder Kolbenpumpe aus dem Reservoir in Fässer gepumpt, die vorher genau tariert werden. Die Rotationspumpe muß unten beim Behälter stehen, damit der Spiritus zulaufen kann; die Vorrichturg aber, mit der man sie ein- und ausrückt, wird am besten so angebracht, daß sie von oben, wo die Fässer gefüllt werden, bedient werden kann. Die Dampfkolbenpumpen können, da sie gut ansaugen, oben aufgestellt werden. Die mit Rohspiritus gefüllten Fässer werden wieder gewogen, das Netto-Spiritusgewicht, die Gradstärke der Ware in Gewichtsprozenten ermittelt, daraus nach amtlichen Tabellen die wahre Stärke und aus dieser die dem Gewicht entsprechende Anzahl Liter 100proz. Alkohols (reinen Alkohols, r. A.) berechnet; denn als solcher wird Spiritus und Sprit jeder Art gehandelt. Die Fabriken sind also bei dieser Anlage nur bei den Abfertigungen imstande, die Spirituserzeugung und somit die Ausbeute zu erfahren.

Die Skalen der Behälter sind — sie mögen mit noch so großem Fleiß und großer Genauigkeit hergestellt sein — besonders bei starker und sehr schwacher Befüllung der Behälter sehr ungenau. Die Eichung erfolgt durch Ausmessen mit Wasser. Die Befüllung mit dem spezifisch leichteren Spiritus bringt dann schon Ungenauigkeiten mit sich, die für die Ablesung der Skala um so schwerwiegender werden, je größer die Behälter sind. Nun ist es aber für einen geregelten Betrieb heute unerläßlich, täglich die Produktion an Alkohol zu kennen. Man muß die Arbeit jedes Tages kontrollieren können, damit wie die Ausbeute an Hefe auch die an Spiritus täglich festgestellt werden kann.

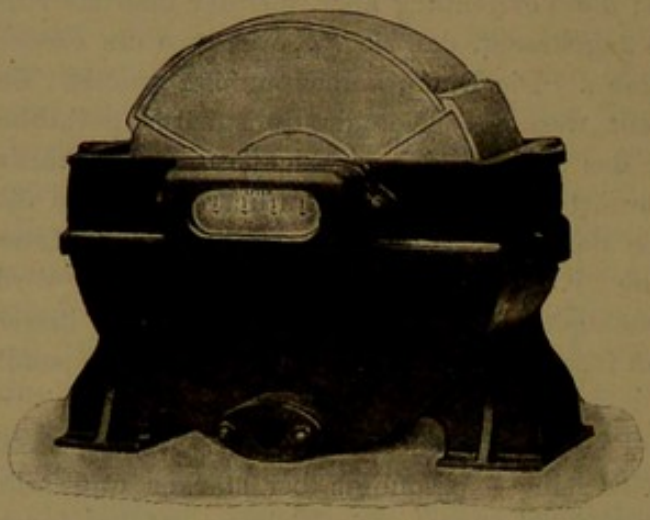
Dazu dienen die Meßapparate.

ζ) Die Meßapparate. Ihre Aufstellung wird von der Steuerbehörde natürlich auf Antrag gestattet und so vollzogen, daß jede unberechtigte Entnahme von Rohspiritus unmöglich ist. Am bekanntesten und besten sind die Meßapparate der Firma Gebrüder Siemens, Charlottenburg, die sie in zwei Ausführungen in den Handel bringt.

Die eine ist nur ein Präzisions-Meßapparat, der genau die Literzahl des durchgelaufenen Rohspiritus an einem Zählwerk abzulesen gestattet; die andere erlaubt nicht bloß dies, sondern auf einem besonderen Zählwerk auch gleich die Ablesung der der Literzahl entsprechenden Menge 100proz. Alkohols.

$\alpha\alpha$) Der Präzisions-Meßapparat. Dieser sehr fein ausgearbeitete Apparat gibt genau — er wird in die Abflußleitung des Rohspiritus zum Sammelgefäß eingeschaltet — die Litermenge an, die beim täglichen Abtrieb durchgegangen ist. Liegt die Temperatur des durchgelaufenen Rohspiritus möglichst nahe bei der Normaltemperatur, was der Fall ist, wenn richtig abgetrieben wird, dann sind die Angaben auf 2 Promille genau. Aus Fig. 209 ist zu ersehen, daß der Apparat aus einem gußeisernen Gehäuse besteht, in dem sich eine rotierende Trommel befindet, deren drei Kammern sich nacheinander füllen und entleeren und deren Umdrehungen sich auf das Zählwerk übertragen. In der Figur ist der obere Teil des Gehäuses abgenommen, um das Innere sehen zu lassen; im Betriebe ist das Gehäuse unter Steuerverschluß. Der Rohspiritus läuft durch das Eintrittsrohr in den inneren Zylinder der Meßtrommel (siehe Fig. 212) und durch dessen Schlitz in die darunter liegende Kammer der Trommel und füllt diese an, wodurch natürlich keine Drehung verursacht wird. Erst wenn die Flüssigkeit weiter steigt und durch den nächsten Spalt des mittleren Zylinders in die andere Kammer läuft, tritt infolge der Schwerpunktsverlegung die Drehung ein. Die Trommel neigt sich nun weiter, bis die an ihrer Peripherie befindliche Ausflußöffnung der ersten Kammer tief genug steht, um deren Entleerung in den unteren Teil des Gehäuses zu ermöglichen, aus dem sie dann weiter zum Sammelbehälter läuft. Nun füllt sich die zweite Kammer immer mehr, bis auch sie durch Drehung bei beginnender Anfüllung der nächsten zur Entleerung kommt.

Fig. 209.



Der Präzisions-Meßapparat der Firma Gebrüder Siemens, Charlottenburg.

Der Apparat wird in drei Größen geliefert, deren Einzelkammern 2, $6^2/_3$ und 10 Liter betragen, um welche Zahl das Zählwerk weiterrückt.

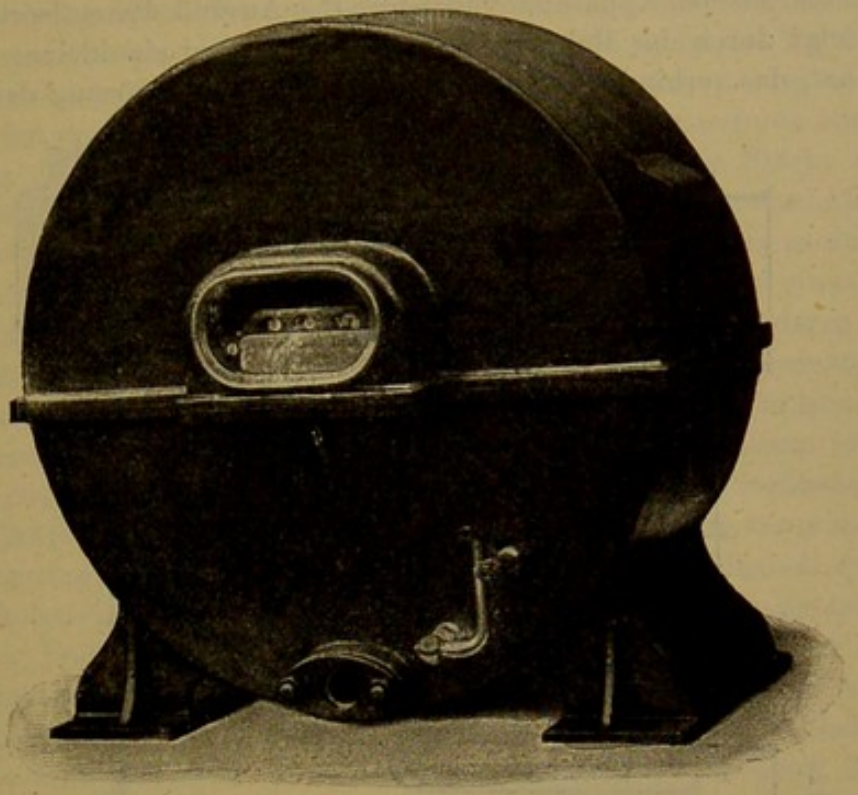
Es ist also hier schon, bei gleichmäßigem Abtrieb des Rohspiritus bei Normaltemperatur, die Möglichkeit gegeben, aus der abgelesenen Zahl des Zählwerks und dem mittleren Alkoholgehalt des Destillates die tägliche Menge der ungefähren Erzeugung an 100 proz. Ware kennen zu lernen.

Um dies zu erleichtern, bringt die Firma Siemens den Apparat auch mit einem Probenehmer in den Handel. Bei jeder Entleerung einer Kammer sondert sich automatisch eine kleine Menge ab und fließt mit den folgenden in einen Sammelkasten. Die Größe dieser Durchschnittsprobe beträgt bei einer Kammergröße von $6^2/_3$ Litern etwa $^1/_{2700}$ der gesamten Entleerungen und bei der 10 Liter fassenden Kammer etwa $^1/_{3800}$ derselben. Die Entnahme der Probe geschieht mittels des außen angebrachten Hahnes (Fig. 210). Man kann also den Alkoholgehalt der Durchschnittsprobe bestimmen und zur gesamten Menge ins Verhältnis setzen, um die Liter r. A. kennen zu lernen.

$\beta\beta$) Der Alkohol-Meßapparat. Außer diesen beiden Apparaten bietet uns aber die Firma Gebr. Siemens noch einen dritten, der geradezu genial aus-

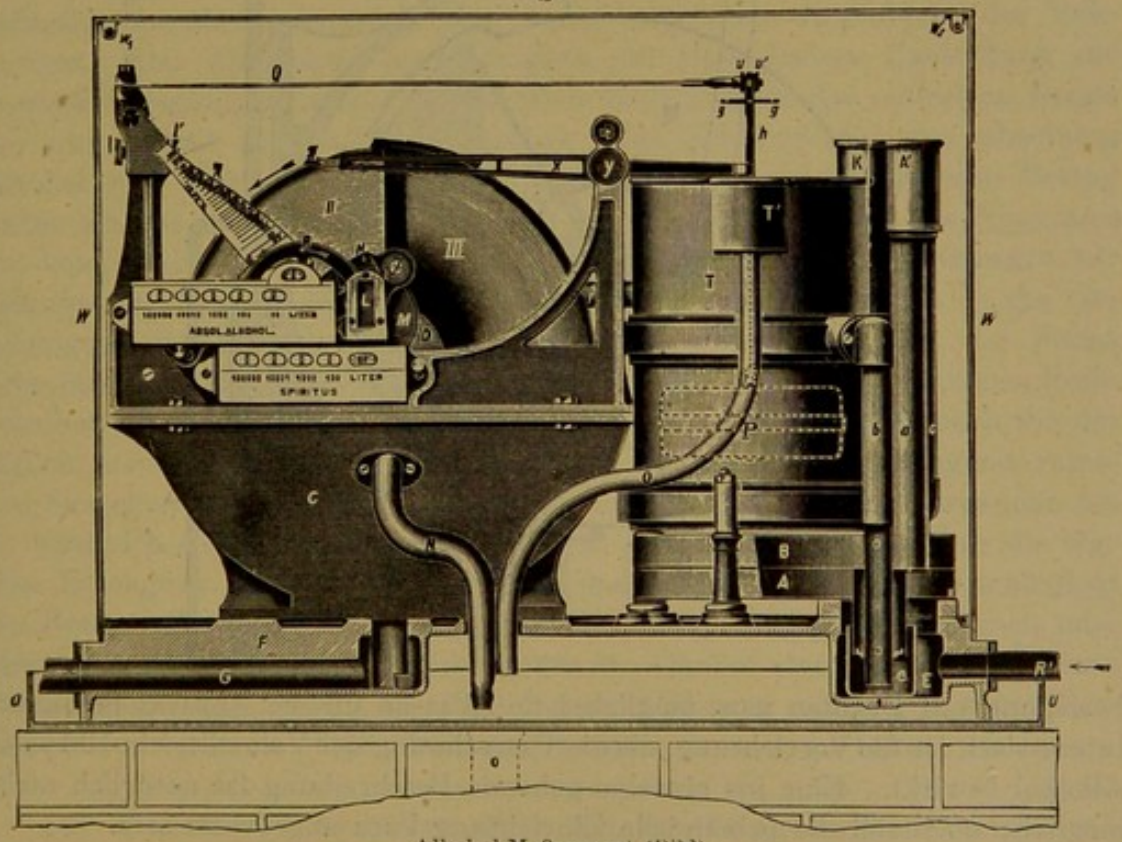
gedacht und ausgeführt ist (Fig. 211 und Fig. 212 a. f. S.). Rechnet er doch den von den Trommeln entleerten Rohspiritus, dessen Literzahl ein Zählwerk

Fig. 210.



Präzisions-Meßapparat mit Probenehmer.

Fig. 211.



Alkohol-Meßapparat (Bild).

angibt, noch gleichzeitig in die entsprechende Menge 100proz. Alkohols um, die dann auf einem zweiten Zählwerk abgelesen werden kann.

Als Mindestgehalt der Rohware für die Leistung des Apparates wird ein solcher von 40 Vol.-Proz. angenommen. Die Meßtrommel hat 20 Liter Inhalt und besteht aus drei Kammern, deren Befüllung und Entleerung sich wie bei den vorbeschriebenen Apparaten vollzieht. Der Ausfluß des entleerten Branntweins erfolgt durch das Rohr G, nachdem er vorher ein kleines Schutzrohr passiert hat, das verhindert, daß von außen herein eine Störung der Trommel-

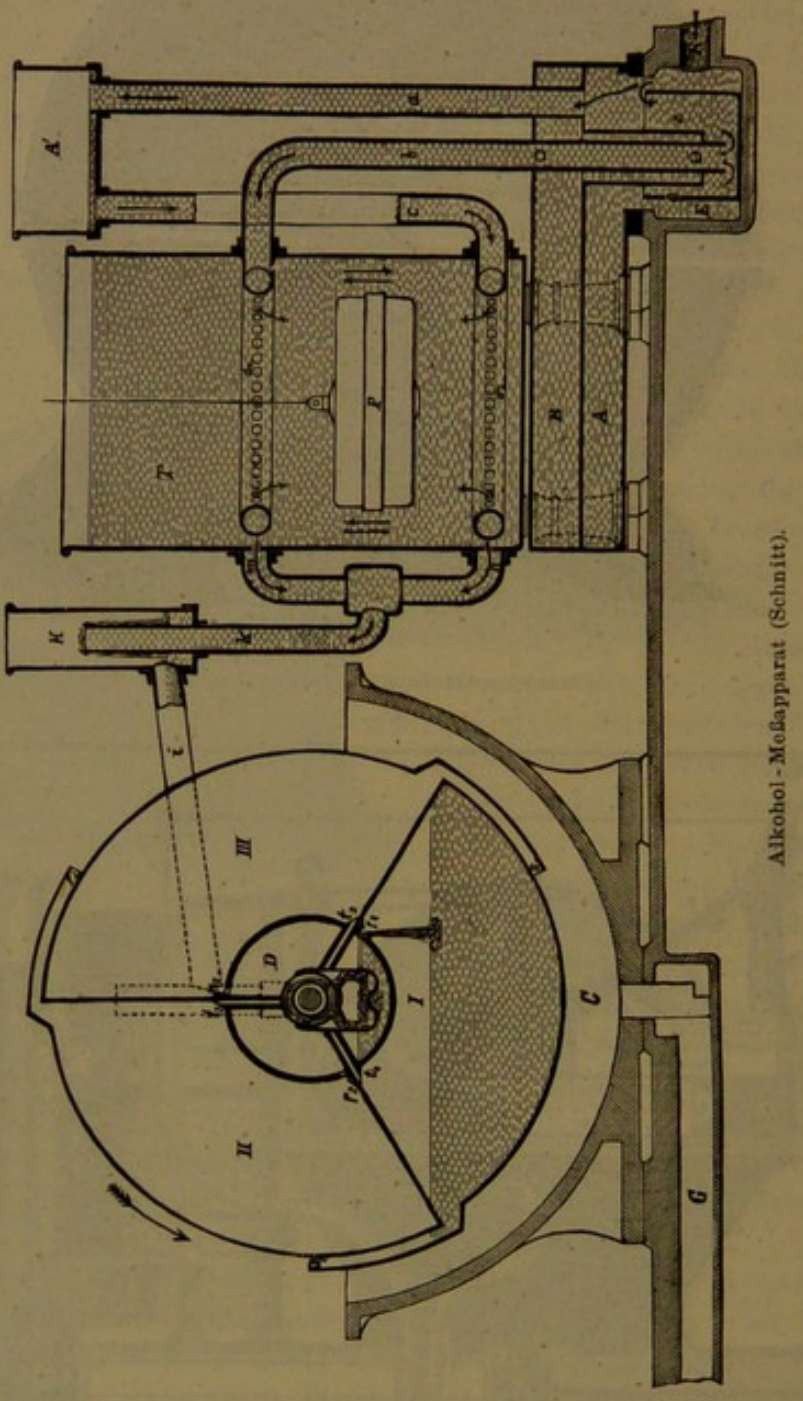


Fig. 212. Alkohol-Meßapparat (Schnitt).

bewegung mit Drähten usw. möglich ist. Was an diesem Apparat besonders interessiert, ist die Vorrichtung, die die Umrechnung der Volumliter in 100 proz. Alkohol bewirkt. Eine ins einzelne gehende Beschreibung ist natürlich nicht möglich; doch soll die prinzipielle Einrichtung kurz angedeutet sein.

Um ein richtiges Funktionieren des ganzen Apparates zu ermöglichen, ist es vor allem geboten, für eine richtige Mischung des einlaufenden Spiritus Sorge zu tragen. Bei normalem Gange des Brennapparates läuft der Spiritus ja meist

in ziemlich gleichbleibender Stärke, aber doch mit kleinen Schwankungen, die für den Apparat ausgeglichen sein müssen. Das Labyrinth von Kanälen ist nun so genial angeordnet, daß, wenn auch zum Schluß der alkoholärmere spezifisch schwerere Branntwein von oben durch die Löcher der Schlange d_1, der leichtere von unten durch die Schlangenlöcher von d_2 in den Topf eintritt, doch durch das verschiedene Bestreben der beiden, zu sinken oder nach oben zu steigen, um den Schwimmer P eine fortlaufende Durchmischung stattfindet. Die Stellung des Schwimmers wird also stets der mittleren Stärke des den Topf durchfließenden Spiritus entsprechen. Aus diesem fließt der Alkohol in dem Steigrohr k in die Höhe und sammelt sich in K, von wo aus er durch i in die Trommel fließt. Der vorerwähnte Schwimmer hängt mittels eines dünnen Drahthakens an dem freien Ende einer stählernen Blattfeder Q, deren anderes Ende fest ist, so daß sie durch das Gewicht des Schwimmers gespannt wird. Der Schwimmer muß aber hinreichend beweglich sein, weshalb zwischen Feder und Schwimmerhaken ein Gehänge h eingeschaltet ist. Mit diesem ist mittels eines Universalgelenkes der bei y in Stahlspitzen gelagerte Stoßhebel x verbunden, so daß jeder Neigung der Feder eine bestimmte Stellung von x entspricht. Die Registrierung dieser verschiedenen Stellungen des Stoßhebels (verschiedenen Alkoholstärken des Rohspiritus um den Schwimmer herum entsprechend) besorgen der Fallhebel XH mit der Kurve X und das Alkoholrad R. Der Fallhebel steht mit dem Alkoholrad insofern in Verbindung, als die Aufwärtsbewegung desselben vom Alkoholrad mitgemacht wird. Dieser Fallhebel kann aber nur so weit sich nach oben bewegen, bis er dem Stoßhebel begegnet, der wieder in seiner Stellung direkt mit dem Alkoholgehalt des Rohspiritus korrespondiert. Die Stelle, an der die Spitze des Stoßhebels die Kurve des Fallhebels berührt, entspricht also einer bestimmten Gradstärke des Rohspiritus. Das Alkoholrad macht folglich nur eine kleinere Umdrehung zur Trommelbewegung selbst mit im Verhältnis des Volumens der entleerten Menge zu ihrem Gehalt an absolutem Alkohol. Das Zählwerk für den absoluten Alkohol (das obere) schreitet also um einen entsprechend kleineren Betrag weiter als das des Spiritus. Natürlich ist diese Umrechnung des Apparates viel komplizierter, als eben geschildert. Im Prinzip dürfte das Gesagte zur Erläuterung dienen. Wer sich einen solchen Apparat aufstellt — die Genehmigung der Steuerbehörde ist einzuholen —, bekommt von der Firma Gebr. Siemens, Charlottenburg, eine ausführliche Beschreibung. Zu einem Preßhefenbetrieb mit täglicher Kontrolle der Hefenerzeugung gehört auch die des täglich erzeugten Alkohols. Der Verfasser möchte deshalb dringend raten, den Siemensschen Meßapparat aufzustellen, wo er noch nicht vorhanden ist. Er wird sich als sehr segensreich erweisen, gibt er doch genauestens die tägliche Erzeugung in Litern r. A. an und dadurch auch jede Unregelmäßigkeit des Brennereibetriebes, wenn z. B. plötzlich infolge mangelhafter Arbeit oder Störung im Apparat eine Minderausbeute an Alkohol eintritt. Und will man einmal einen Tagesversuch mit irgend einer Änderung machen, so gibt dieser Apparat uns erst die Möglichkeit, das Resultat für sich zu haben.

η) Allgemeine Angaben über die Leistungsanforderungen an einen modernen Brennapparat. Während man lange Zeit die Brennapparate mit dem Verlangen kaufte, daß man mit ihnen eine bestimmte Menge Maische oder Würze pro Stunde bei einem bestimmten Alkoholgehalt des

Destillates abtreiben könne, wird heute mehr und mehr auch darauf Gewicht gelegt, zu wissen, mit welchen Unkosten an Dampf und Wasser das erreicht wird. Aber das ist keine einfache Sache. Auch liegen noch wenig derartige Versuche vor, da sie nicht bloß dem Prüfungsbeamten, sondern auch dem Besitzer sehr viel Arbeit machen. So wünschenswert es wäre, den Kauf eines Apparates auf Grund bestimmter Grenzzahlen vornehmen zu können, so schwer ist es, auch nur annähernd Normalzahlen über den zu verlangenden Minimalverbrauch an Dampf und Wasser anzugeben; denn allein die Verschiedenheit der Temperatur des zur Verfügung stehenden Kühlwassers würde dabei große Schwierigkeit bereiten.

Es ist so vieles im Betriebe ineinander zu rechnen, so daß gar manche vermutete Ersparnis sich wieder ausgleicht. Ein kleiner Mehrverbrauch an Wasser z. B. im Kondensator bedeutet doch auch wieder Mehrung des verfügbaren heißen Wassers für Kesselspeisung und Fabrikation. Eine kleine Erhöhung des Dampfverbrauchs trifft heute hauptsächlich den Abdampf der Maschine, der mehr und mehr in der Brennerei benutzt wird. Außerdem sind doch auch die möglichen Prüfungsmethoden mit Fehlern behaftet, so daß die Resultate nicht Anspruch auf besondere Genauigkeit erheben können. Wie schwer ist es nur, genaue Schlempemessungen vorzunehmen, die einen Hauptteil der Wärmeverluste ergeben. Außerdem sind die Wärmeverluste durch Strahlung und Leitung bei so großen Apparaten kaum zu bestimmen. Den Hauptwert möchte der Verfasser darauf gelegt wissen, daß diese Kontrollversuche vielleicht Mittelzahlen ergeben könnten, deren Erreichung einem Apparat das Prädikat „zweckmäßig“ erwerben würde.

Am meisten fällt ja der Wasserverbrauch ins Gewicht, da er indirekt wieder den Kohlen- bzw. Dampfverbrauch reguliert. Braucht ein Kondensator viel Kühlwasser, dann wird dem Apparat viel Wärme entzogen, die mit Dampf wieder ergänzt werden muß. Je mehr Dampf aber gebraucht wird, desto mehr Kondenswasser ist in der Schlempe. Die Schlempemenge könnte also schon ein Gradmesser für die Arbeit des Apparates sein. Weiterhin soll ein guter Kondensator neben der Wirkung der ihn durchlaufenden kalten Maische möglichst wenig Kühlwasser erfordern.

Man darf aber heute von einem modernen Apparat verlangen, daß er auf 100 Liter zu entgeistender Maische oder Würze nicht mehr als 25 kg Dampf und etwa 50 bis 80 kg Kühlwasser braucht. Die Apparatenbauer sind ja auch der lieben Konkurrenz halber schon darauf angewiesen, nur Gutes oder Besseres zu bieten, und die steten Fortschritte, die wir zu verzeichnen haben, legen für dieses Bestreben Zeugnis ab. Es dürften auch die meisten Apparate, die heute im Handel sind, obiger Forderung entsprechen, an die bei einer Bestellung die weitere zu knüpfen wäre, daß der Apparat pro Stunde eine bestimmte Menge Maische verarbeitet und daraus einen Rohspiritus von erforderlichem Minimalgehalt an Alkohol erzeugt. Jedenfalls drängen die Verhältnisse dazu, im Betriebe möglichst Sparsamkeit zu üben, zu welchem Kapitel auch die Frage gehört, wie der Alkohol aus der Maische am billigsten, also mit dem geringsten Aufwand an Dampf und Wasser herauszuholen ist.

d) Die Reinigung des Rohspiritus, die Rektifikation.

α) Allgemeines. Diese Arbeit hängt eigentlich mit der Hefenfabrikation direkt nicht zusammen. Es haben zwar manche Betriebe neben der Hefenfabrika-

tion noch Anlagen zur Reinigung von Rohspiritus. Doch das sind Zufälligkeiten, aber keine Notwendigkeiten. Die Frage wird jedoch dadurch in einen direkten Zusammenhang mit der Hefenindustrie gebracht, daß es heute Apparate gibt, die aus Maische und Würze direkt Feinsprit gewinnen lassen, und zwar in kontinuierlichem Betriebe wie bei der Rohspirituserzeugung. Insofern also muß die Feinspriterzeugung in diesem Buche mit besprochen werden, wenn es auch nur größere Betriebe sein können, die ihre Maische direkt auf Feinsprit verarbeiten. Denn diese komplizierten Apparate sind teuer, so daß ihre Anschaffung sich wohl nur da lohnen dürfte, wo größere Jahreserzeugungen an Spiritus in Frage kommen. Allerdings ist dabei in Betracht zu ziehen, daß an Stelle des teueren Rohmaterials Kupfer immer mehr Eisen tritt, was eine Verbilligung der Apparate um etwa 60 Proz. bedeutet. Bis jetzt war die Rohspiritusreinigung die Arbeit eines besonderen Gewerbes, das verschwinden müßte oder könnte, wenn die kontinuierlichen Apparate zur Herstellung von Feinsprit direkt aus Maische oder Würze immer mehr Verwendung fänden.

Während bis jetzt zuerst Rohspiritus gewonnen und dieser wieder in besonderen Anstalten gereinigt wird, kann so eine Operation Feinsprit unter Umgehung der Rohspirituserzeugung liefern. Aber der Verfasser hält es zurzeit für ausgeschlossen, daß die Apparate zur direkten Feinspriterzeugung aus Maische gerade da sich einbürgern können, wo der größte Anteil der deutschen Spiritusproduktion hergestellt wird, in den landwirtschaftlichen Brennereien. Es müßten denn die Anlage- und vielleicht auch die Betriebskosten sich noch ermäßigen, damit auch der Kleinbrenner sich der Neuerung bedienen könnte. Ganz anders aber liegt die Sache in den gewerblichen Brennereien, zu denen auch die Hefenfabriken gehören. Diese können so aus ihren vergorenen Maischen oder Würzen direkt Feinsprit erzeugen, was eine Vereinfachung bedeuten würde. Voraussetzung wäre die Abnahme des Feinsprits zu den Preisen, die sonst für diesen üblich sind; dann würde die teuere Kapitalsanlage für diese Maischdestillier- und Rektifizierapparate wieder ausgeglichen werden; sie würde sich sogar noch gut rentieren, wenn man auch den etwas größeren Dampfverbrauch und Arbeitsaufwand in Betracht zieht. Liefern doch diese Apparate stets nebeneinander gleichzeitig Feinsprit und Fuselöl und nach Wunsch Aldehyd, so daß hier ein technischer Fortschritt ersten Ranges in dem Bau von Spiritusgewinnungsapparaten vorliegt.

Voraussetzung bei diesen kontinuierlich Feinsprit nebst seinen Begleitern liefernden Apparaten ist die Möglichkeit des gleichmäßigsten Abtriebs. Es muß die Zufuhr von Dampf, Wasser, Maische oder Würze möglichst selbsttätig reguliert werden, da sonst leicht Qualitätsminderung des Feinsprits eintritt; der Alkohol muß aber auch rasch und völlig der Maische entnommen und zur Reinigung geführt werden, ehe er durch Zersetzungsprodukte verunreinigt wird, die bei allzulangem Kochen der Maische und bei unnötigem Verweilen der Alkoholdämpfe im Apparat mit den Lutterdämpfen auftreten. Die völlige Entgeistung der Maische muß also ebenso wie die Trennung des ausgetriebenen Alkohols von den Verunreinigungen, besonders von Aldehyd, Furfurol und Fuselölen, zu reinstem Äthylalkohol auf kürzestem Wege erfolgen. Jeder öfter wiederkehrende Wechsel des Dampf- und Wasserdruckes bedeutet eine Änderung im Wechsel von Rektifikation und Dephlegmation, also auch eine Veränderung der Leistung dieser Arbeitsphasen und damit ungleich-

mäßige Qualität des Feinsprits. Deshalb sind auch diese Apparate ohne gute Regulatoren für Dampf, Wasser und Maische gar nicht denkbar, ohne die eine direkte Feinspriterzeugung aus Maische nicht durchführbar ist. Dann treten mit einer bestimmten Gesetzmäßigkeit an bestimmten Stellen der Apparate auch bestimmte Produkte gleichmäßiger Zusammensetzung auf, deren Gewinnung erst so möglich ist.

Wo es sich also im Hefengewerbe nicht darum handelt, Qualitätsbranntwein, z. B. Kornbranntwein aus dem alten Verfahren, oder Rohspiritus zu gewinnen, der dem Vergällungszwang unterliegt und denaturiert werden muß, dürften diese Maisch- und Würze-Feinspritapparate eine große Zukunft haben. Denn der Schwund, der bei der periodischen Rektifikation auftritt, fällt ganz weg. Die Ausbeute an Feinsprit ist größer als bei dieser und der Dampf- und Wasserverbrauch, soweit beide voneinander abhängen, bewegt sich innerhalb der oben angegebenen Grenzen.

β) Die Maisch- und Würze-Feinspritapparate. In Betracht kommen drei Apparate: der Destillier-Rektifizierapparat von Ilges, von Guillaume und von Strauch u. Schmidt in Neisse.

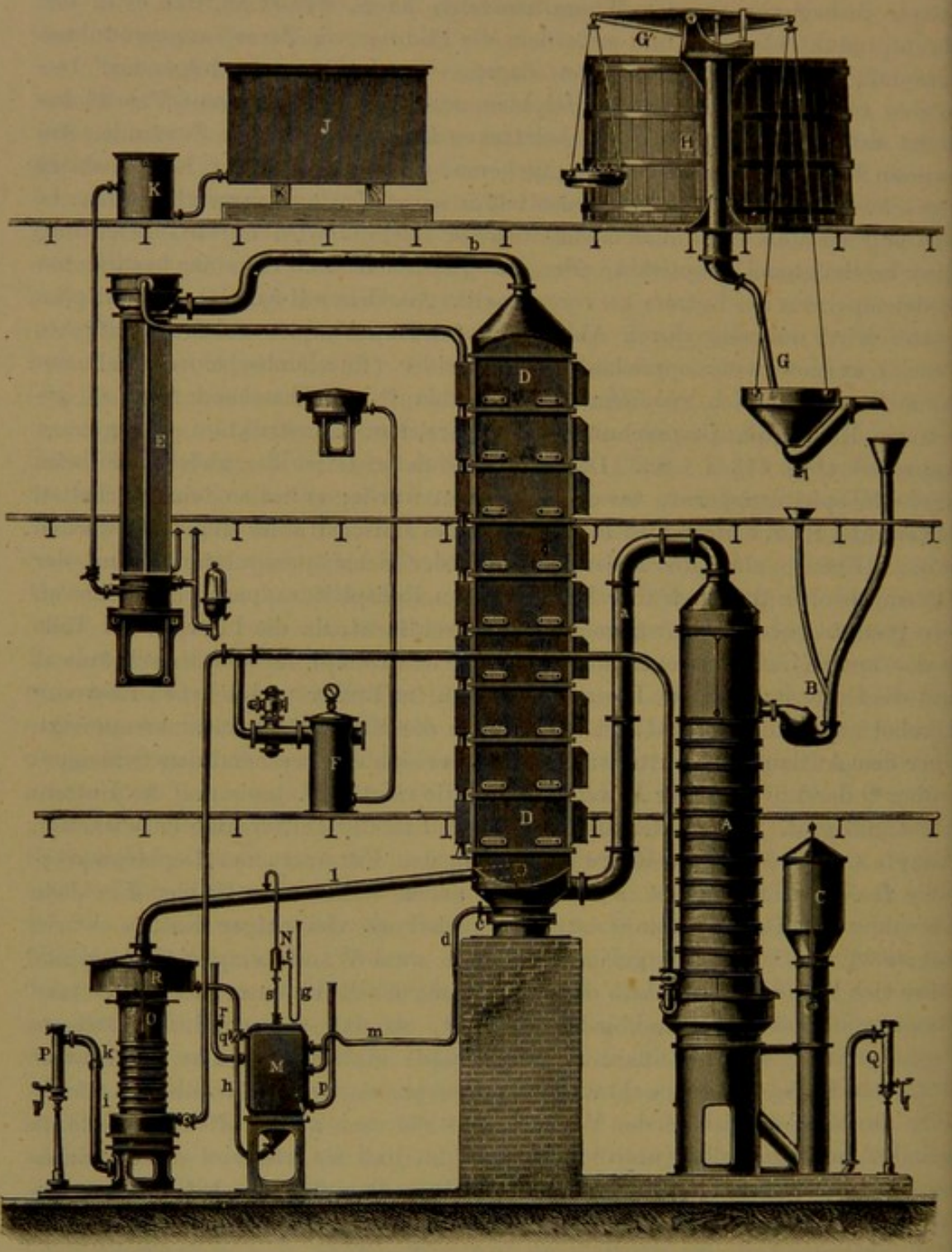
$\alpha\alpha$) Der Ilges-Automat (Fabrikanten der Ilgesapparate sind die Gebr. Sachsenberg, Maschinenfabrik, Roßlau a. Elbe). Ilges Gedankengang, der zu diesem großartigen Automaten führte, war etwa folgender: In einer unverdorbenen Maische aus Kartoffeln oder Getreide sind die Gärungsprodukte in reinerer Form vorhanden als im Rohspiritus; zwar gibt es Fuselöl in der Maische, aber die leichtflüchtigen Aldehyde und Äther fehlen. Die zweite Stufe, der Rohspiritus, enthält schon Vorlaufbestandteile, schwer zu beseitigende Riechstoffe, sowie Aldehyde, welche sich bei Berührung von Alkoholdämpfen mit atmosphärischer Luft im Kühler bilden. Auch die dritte Stufe, das Gesamtergebnis der Reinigung, stellt eine weitere Verschlechterung dar: mischte man die gewonnenen Feinprodukte (Weinsprit, Primasprit, Feinsprit) nach ihrer mühseligen Trennung wieder mit dem „Sekundasprit“, dem „Alkohol“, dem „Vor- und Nachlauf“, dann wäre die Mischung unreiner als der verarbeitete Rohspiritus. Daran sind die bisherigen Konstruktionen der Apparate schuld, weil bei ihrem Betriebe leicht Zersetzungen der Fuselölbestandteile auftreten. In dieser Beziehung sind die Rektifizierapparate viel mangelhafter als die Maischdestillierapparate. Erstere, am weitesten hinter allen Hilfsmitteln der Spiritusfabrikation zurückgeblieben, sind nichts anderes als primitive Blasenapparate von besonderer Größe, in deren einziger Blase der Rohspiritus 48 Stunden lang gekocht wird. Sämtliche Bestandteile des Rohfuselöls, darunter auch mehrere Säuren, werden zwei Tage lang unausgesetzt verdampft, in unzähliger Wiederholung niedergeschlagen, so daß alle möglichen Einwirkungen chemischer Natur bei der langen Dauer des Prozesses denkbar sind. Der Feinspritautomat soll nun diese Übelstände vermeiden, indem er unmittelbar aus der Maische die darin enthaltenen flüchtigen Bestandteile, nämlich Äthylalkohol, Rohfuselöl, unverändert und voneinander getrennt gewinnt. Diese Aufgabe wird durch ein neues Destillationsverfahren erfüllt, welches gestattet, das im Apparat aus den Dämpfen niedergeschlagene Fuselöl zu sammeln und schleunigst in ununterbrochenem Strahle aus dem Apparate zu entfernen, so daß Zersetzungen desselben vermieden werden.

Wenn kräftig wirkende Dephlegmatoren und Rektifikatoren vorhanden sind, so ist es bei Beginn des Abtriebes nicht schwierig, das Fuselöl aus den

Alkoholdämpfen so vollständig niederzuschlagen, daß in den Kühler nur reinste Feinspritdämpfe eintreten. In allen gebräuchlichen Brennapparaten jedoch reichert sich im Laufe des Abtriebs das Fuselöl, welches nicht besonders ausgeschieden wird und auch weder mit der Schlempe noch mit dem Lutterwasser in bemerkenswerter Menge austreten kann, derart an, daß es in das Hauptprodukt übergeht und außerdem die Bildung von Zersetzungsprodukten veranlaßt. Im Feinspritautomaten dagegen ist der Vorgang folgender: Das in den oberen Abteilungen des Dephlegmators niedergeschlagene Fuselöl befindet sich in dem dort sehr alkoholstarken Lutter in gelöstem Zustande. Am unteren Ende des Dephlegmators angekommen, kann jedoch der Lutter, da er viel schwächer an Alkohol geworden ist, in einen Zustand versetzt werden, in dem er Fuselölbläschen ausscheidet. Dieser Zustand wird durch Innehaltung einer bestimmten Alkoholstärke oder, was gleichbedeutend ist, einer bestimmten Siedetemperatur des Lutters hervorgebracht. Aus dem mit Fuselöl übersättigten Lutter wird nunmehr durch Abkühlung im Lutterkühler nahezu sämtliches Fuselöl ausgeschieden, welches im Ölscheider (Fuselölabscheider) sich ansammelt und endlich aus dem Apparat abläuft. Nachstehend folge in gebotener Kürze die Besprechung der sinnreichen Konstruktion des ganzen Apparates (Fig. 213 a. f. S.). Der Maischregulator G ist der gleiche wie beim Ilges-Rohspiritusapparat, wo er beschrieben wurde; er ist so fein gearbeitet, daß er auf 1 Proz. Unterschied in der Menge des Maischstrahles eingestellt werden kann. Ebenso sind die Maischsäule A, der Schlemperegulator C und der Schlempeprober Q vom früher beschriebenen Rohspiritusapparat her bekannt. Der Dampfregulator F ist gegen früher vereinfacht, da die beweglichen Teile in das untere Gefäß verlegt sind; er liefert den Dampf für die Maischsäule A und die Lutterkolonne O. Diese, welche den im Lutter verbliebenen Rest von Alkohol zu destillieren hat, ist ähnlich wie die Maischsäule zusammengesetzt. Über dem Auslaufe des Lutterwassers befindet sich entsprechend dem Schlempeprober Q der Lutterprober P, welcher über die richtige Entgeistung des Lutters Aufschluß gibt. Die in der Maischsäule und in der Luttersäule entwickelten Dämpfe treten durch die Rohre a und l in den Untersatz der Dephlegmatorsäule D ein, durchströmen letztere und gehen weiter zum Kühler E. Jede Abteilung des Dephlegmators ist ein gußeiserner viereckiger Kasten, worin wagerecht und reihenweis gelagerte und in zwei Wände eingedichtete Kühlrohre sich befinden. Innerhalb der Rohre fließt das Kühlwasser; ihre Zwischenräume sind mit Porzellankugeln angefüllt, so daß abwechselnd kräftigste Dephlegmation und Rektifikation der Dämpfe stattfindet. Das Kühlwasser läuft mit Hilfe der angeschraubten Wasserkasten von Rohrreihe zu Rohrreihe abwärts; da sich in den Wasserkasten die nach außen offenen Überläufe befinden, so liegen alle Kühlrohre so frei da, daß sie während des Betriebes ohne weiteres gereinigt werden können. Denselben Vorzug haben die senkrechten Kühlrohre des oben offenen Kühlers E. Der aus der Dephlegmatorsäule austretende Lutter läuft durch Rohr cd und das wagerechte Rohr m in den Lutterkühler M, sinkt unter, steigt durch Rohr h zum Vorwärmer R auf und fließt hier in bestimmter Höhe zur Luttersäule O über. Der in M eintretende Lutter füllt dieses Gefäß vollständig an, wird beim Niedersinken abgekühlt und scheidet sein ganzes Fuselöl aus, welches vermöge seines geringen spezifischen Gewichts zum Ölscheider N aufsteigt, das Rohr s anfüllt und endlich den Stutzen t erreicht. Dort tritt das Fuselöl hochkonzentriert durch

das Sackrohr g in ununterbrochenem Strahle aus. Da der Stutzen t erheblich höher liegt als der bereits erwähnte Überlauf des Lutters im Vorwärmer R, so kann bei t niemals Lutter und auch Fuselöl nur dann austreten, wenn

Fig. 213.



Feinspritautomat von Ilges zur Erzeugung von Feinsprit aus Maische oder Würze bei gleichzeitiger Gewinnung des Fuselöls.

es erstens hochkonzentriert ist und zweitens das ganze Rohr s anfüllt, so daß in dem kommunizierenden Rohre $sMhR$ die Flüssigkeitssäule sM viel leichter ist als die Flüssigkeitssäule hR. Hiermit ist die bisher für kaum lösbar gehaltene Aufgabe, Feinsprit aus Maische (Würze) zu ziehen, erfüllt. Alle

Nachlaufbestandteile treten rasch aus; ferner werden auch die übrigen Teile der Maische nur die kürzeste Zeit gekocht; denn die Maische verläßt schon 5 Minuten nach dem Eintritt und das Lutterwasser mit den schwerflüchtigen Säuren 10 Minuten nach der Verflüssigung den Apparat, so daß für chemische Zersetzungen, abgesehen von anderen Hindernissen, schon die Zeit fehlt. Auch die Bildung von Aldehyden ist unmöglich, da infolge des nahezu absolut gleichmäßigen Betriebes die Feinspritdämpfe im Kühler in einer Kohlensäureatmosphäre kondensiert werden und mit atmosphärischer Luft nicht in Berührung kommen.

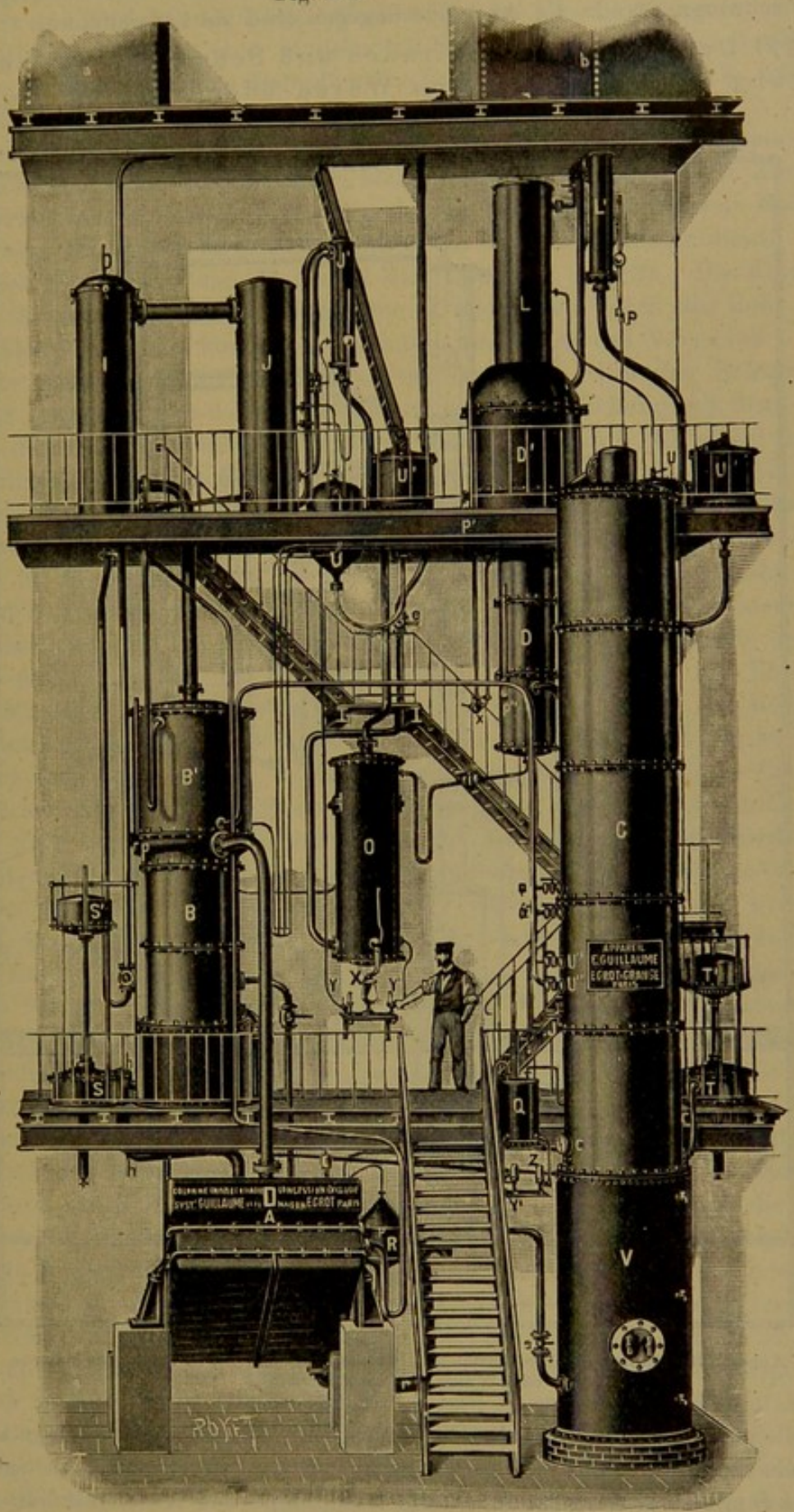
Indem der Feinspritautomat eine ganze Bearbeitungsstufe der Spiritusfabrikation, nämlich die Spiritusreinigung, unnötig macht, bietet er nicht etwa nur den einfachen Ersatz für den Brennapparat, die Kohlenfilterbatterie, den Rektifizierapparat, sondern außerdem noch weitere große Vorteile. Er liefert keines der entwerteten Nebenprodukte der Rektifikation, auch keinen minderwertigen „Feinsprit“, wie die geringste Sorte der verfeinerten Rektifikationsprodukte genannt wird, sondern ausschließlich einen wertvollen und leicht verkäuflichen reinsten Sprit, der dem rektifizierten Sprit anderer Rektifizierapparate gleichkommt. Ebenso verursacht der Feinspritautomat niemals einen Alkoholverlust, während bei der Filtration und Rektifikation bis 2,5 Proz. an Alkohol des verarbeiteten Rohspiritus verloren gehen. Das einzige Nebenprodukt des Feinspritautomaten, nämlich das Fuselöl, wird steuerfrei gewonnen. Es wird teuer bezahlt und ist außerdem als völlig gefahrloses Beleuchtungsmaterial bestens zu verwerten.

Hiermit ist aber die Aufzählung der Vorzüge des Feinspritautomaten noch nicht erschöpft; denn er übertrifft, abgesehen von seinem Haupterfolge, auch in jeder anderen Beziehung alle übrigen Maischdestillierapparate. Seine Handhabung ist die denkbar einfachste, da der Betrieb automatisch ist. Die Prüfung des Betriebes von seiten des Besitzers oder Brennmeisters ist jederzeit eine leichte Arbeit; denn hierzu genügt ein Blick auf die beim Apparat angebrachten Vorrichtungen, welche über die Wirksamkeit jedes einzelnen Teiles fortlaufend genaue Auskunft geben. Verstopfungen des Maisch- oder Würzelaufes sind völlig ausgeschlossen, weil die seit 1873 bewährte Ilges-Maischsäule nur abwärts geneigte Flächen enthält, an welchen die festen und schweren Bestandteile der Maische sich nicht festsetzen können, sondern mit beschleunigter Geschwindigkeit abwärtsgleiten und am untersten Punkte rasch austreten. Die Reinigung aller Kühlflächen ist äußerst erleichtert. Der Dampf- und Wasserverbrauch ist, wie die Untersuchung von einem fachwissenschaftlichen Institute bewiesen hat, geringer als bei den Rohspiritusbrennapparaten. Die Schlempe ist grünspanfrei und deshalb ein gesunderes Futter. Die Dauerhaftigkeit war schon bei den älteren Ilges-Apparaten auffallend groß, von denen einige gegenwärtig bereits 20 Jahre im Betriebe stehen. Der Feinspritautomat, bei dem jeder Teil aus dem passenden Material (Gußeisen oder Messing) hergestellt ist, überdauert mehrere Generationen von kupfernen Brennapparaten, ohne einer Reparatur zu bedürfen. Er wird deshalb von allen praktischen wie gelehrten Sachverständigen, die ihn kennen, als einer der wertvollsten Fortschritte im Fache der Spiritusfabrikation voll anerkannt. Da der Feinspritautomat ohne Mehrkosten reinsten Feinsprit liefert, so beseitigt er naturgemäß die unnötig gewordene Spiritusrektifikation. Er macht aus Spiritusbrennereien Spritbrennereien, aus Spritfabriken Sprithandlungen

und sichert den Spritbrennereien Mehrgewinne in Höhe aller derjenigen Beträge, die bisher in den Spritfabriken als Kosten für Betrieb, Alkoholverluste, Entwertung der Nebenprodukte und für die zu geringe Verfeinerung des Haupterzeugnisses verloren gegangen sind. Für die Rentabilität des Feinspritautomaten spricht doch allein der Umstand, daß er die 1 bis 2 Proz. Schwund der Rektifikation vermeidet und so auf 100 Liter 100proz. Rohspiritus 1 bis 2 Liter zurückgewinnt, was bei einer mittleren Brennerei schon große Gewinne bedeuten würde. Es ist wohl unausbleiblich, daß die Spritfabriken durch die Möglichkeit, aus Maische und Würze direkt Feinsprit erzeugen zu können, stark beiseite geschoben werden, daß sie aber zum mindesten, wenn sie irgendwie existenzfähig bleiben wollen, den veralteten periodischen Apparat so schnell wie möglich aus dem Betrieb entfernen und den Rektifizierautomaten aufstellen. Dieser zerlegt wenigstens kontinuierlich den Rohspiritus in die gewohnten Produkte, vermeidet aber doch durch den kurzen Zeitraum, währenddessen der Rohspiritus im Apparat gekocht wird, alle die Zersetzungen, die bei dem 48stündigen Kochen der gewöhnlichen Apparate so verlustbringend sind. Kann aber der Feinspritautomat auch billig und in kleiner Abmessung dem kleinen und mittleren landwirtschaftlichen Kartoffel- und Getreidebrenner zur Verfügung gestellt werden, dann wird mit Ausnahme des Qualitätsbranntweines, der sein Aroma haben soll, der ganze Rohspiritus in Wegfall und als Feinsprit auf den Markt kommen, wodurch der ganzen Brennerei große Gewinne zufallen.

$\beta\beta$) Der kontinuierliche Destillier-Rektifizierapparat von E. Guillaume. Die Vertretung dieser Apparate für Deutschland hat die Firma Hentschel in Golzern-Grimma. Sie ermöglichen, in kontinuierlichem Betriebe aus Maische und Würze feinen Sprit von 96 bis 97 Vol.-Proz. in Mengen von 90 bis 95 Proz. des in der Maische enthaltenen Rohspiritus zu gewinnen. Sie bestehen aus der Destillierkolonne A (s. Fig. 214), in welcher die vorgewärmte Maische entgeistet wird. Der Boden dieser schräg angeordneten Kolonne ist rinnenförmig gestaltet, so daß die langsam herablaufende Maische völlig entgeistet unten zum Schlemperegulator R austritt. B ist die Reinigungskolonne, in welcher Vorlaufsprodukte aus niedergrädigem Spiritus ausgeschieden werden, C die Rektifikationskolonne und D die Schlußkolonne (Nachreinigungskolonne), welche die letzten Vorlaufsreste aus dem hochgrädigen Feinsprit entfernt. Von dem Maischvorwärmer I, in den die Maische vom oben befindlichen Maischbehälter zuläuft, gelangt die vorgewärmte Maische nach A. J und L sind Kondensatoren, die die gewohnte Arbeit verrichten, O ist der Kühler für den Feinsprit und den Vorlauf, Q der Kühler für den Nachlauf, der aus der Rektifikationskolonne unten abgezogen wird. S und T sind die Dampf-, U die Wasserregulatoren, U' die Akkumulatoren und XYZ die Ausläufe der fertigen Produkte. Die Akkumulatoren sind Ausgleichapparate für Druck- und Leistungsschwankungen des Apparates. Sie nehmen alle Überschüsse an Alkohol usw. auf, die die regelmäßige Leistung stören können, und vermeiden jeglichen Alkoholverlust, indem sie allmählich ihren Inhalt wieder dem Apparat zuteilen. So verarbeitet der allseitig automatisch regulierte Apparat den Alkoholgehalt der Maische direkt zu Feinsprit und gewinnt den Vorlauf (Aldehyd) und Nachlauf (Fuselöl) in direkt verkäuflichem Zustande. Der Dampfverbrauch bewegt sich in den bei den Brennapparaten üblichen Grenzen. In Deutschland sind die Apparate bis jetzt weniger be-

Fig. 214.

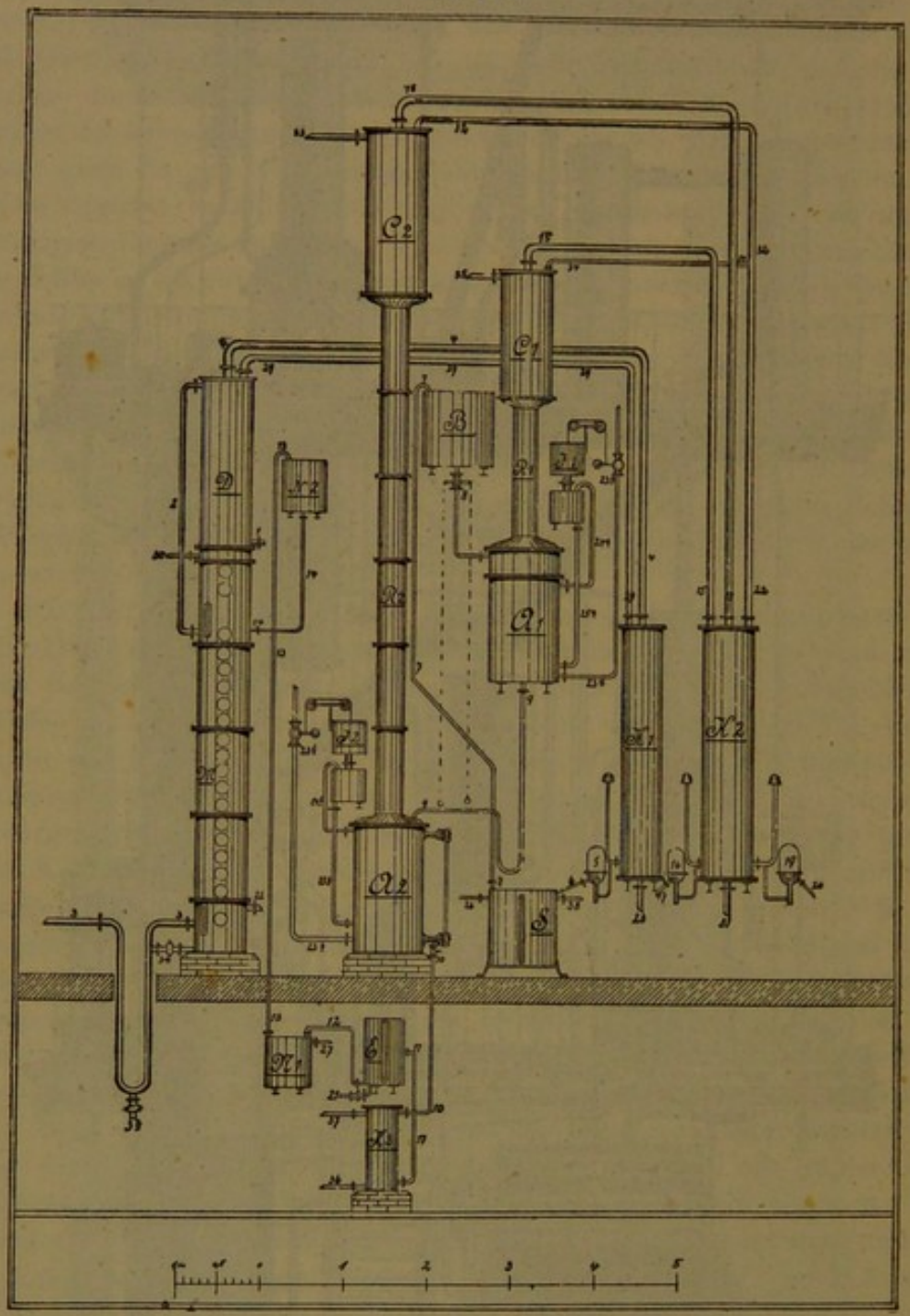


Feinspritautomat von Guillaume zur Erzeugung von Feinsprit aus Maische oder Würze.

kannt; vermutlich haben sie angesichts der ausgezeichneten deutschen Apparate einen schweren Stand. Im Auslande dagegen sind sie verbreiteter.

γγ) Der Apparat von Strauch und Schmidt-Neiße zur Erzeugung von Feinsprit aus Würze oder Maische (Fig. 215).

Fig. 215.



Apparat für kontinuierlichen Betrieb zur Erzeugung von Feinsprit direkt aus Maische oder Würze. „System Strauch".

Die Teile des Apparates sind: die Destillierkolonne M mit dem Dephlegmator D und dem Siphonverschluß 3, der Kühler K_1 mit dem Verschluß 5, die Spiritusvorlage S mit einer eingebauten Dampfstrahlpumpe und Wassermischdüse, der Spiritusbehälter B, der Vorlaufabscheider A_1 mit der Kolonne R_1 und dem Kondensator C_1, der Spritabscheider A_2 mit der Kolonne R_2 und dem Konden-

sator C_2, der Kühler K_2 mit zwei eingebauten Kühlvorrichtungen für den Feinsprit und Vorlauf, der Nachlaufkühler K_3, das Fuselölabsetzgefäß E, der Nachlaufbehälter N_1 mit einer eingebauten Dampfstrahlpumpe, der Nachlaufbehälter N_2 und die beiden Dampfdruck- bzw. Wärmeregulatoren J_1 und J_2. Der Betrieb vollzieht sich nun so:

Durch Rohr 1 tritt die Maische oder Würze in den Dephlegmator D wirkt dort als Kühlmittel und fließt, stark vorgewärmt, durch Rohr 2 in die Destillierkolonne M. Nach ihrer Entgeistung läuft die alkoholfreie Maische oder Würze durch den Siphonverschluß 3 ab, der als Regulator dient. Zur gänzlichen Entleerung von M dienen die Hähne $3a$ und $3b$. Die Alkoholdämpfe durchströmen den Dephlegmator D und treten durch das Rohr 4 in den Kühler K_1, werden kondensiert, gekühlt und durch den Verschluß 5 und das Rohr 6 der Vorlage S als Rohspiritus zugeleitet. Um den Rohspiritus stets auf gleicher Alkoholstärke zu halten, wird zur Mischung mit dem Rohspiritus durch das Rohr 38 der Mischdüse Wasser zugeführt. An einem hinter dem seitlichen Schauglase angeordneten Alkoholometer kann man den Alkoholgehalt der Flüssigkeit bequem ablesen. Mittels einer in S eingebauten Dampfstrahlpumpe, welche den Dampf durch das Rohr 26 erhält, wird der Rohspiritus in das Rohr 7 nach dem Gefäß B gedrückt. Durch den Hahn und das Rohr 8 tritt der Spiritus in den Vorlaufabscheider A_1 und fließt hier über Heizflächen, wobei aller Vorlauf verdampft wird. Die Vorlaufdämpfe durchströmen die Kolonne R_1 und den Kondensator C_1, treten durch das Rohr 15 in den Kühler K_2 und verlassen durch den Verschluß 16 und das Rohr 17 verflüssigt und abgekühlt den Apparat. Da der Vorlauf mit 95 bis 96 Vol.-Proz. aus dem Apparat tritt, so ist er ohne nochmalige Destillation für alle gewerblichen Zwecke verwendbar. Der vorlauffreie Spiritus fließt durch das Rohr 9 nach dem Spritabscheider A_2, in dem er über ähnliche Heizflächen wie in A_1 rieselt, wodurch aller Äthylalkohol verdampft wird. Die hierbei sich bildenden Alkoholdämpfe durchströmen die Kolonne R_2 und den Kondensator C_2 und treten durch das Rohr 18 zur Verflüssigung und Abkühlung in den Kühler K_2. Durch den Verschluß 19 und das Rohr 20 tritt das Produkt als feinster Primasprit aus dem Apparat. Der in A_2 nicht verdampfte Nachlauf, in welchem auch alles Fuselöl enthalten ist, fließt durch das Rohr und den Hahn 10 in den Nachlaufkühler K_3 und von dort durch das Rohr 11 nach dem Fuselölabsetzgefäß E.

Hier sammelt sich das Fuselöl auf der Oberfläche der Flüssigkeit an und wird durch den Hahn und das Rohr 21 abgeleitet. Der entfuselte Nachlauf fließt durch das Rohr 12 in das Nachlaufgefäß N_1 und wird durch die dort eingebaute Dampfstrahlpumpe, die den Dampf durch das Rohr 27 erhält, in das Gefäß N_2 gedrückt. In das Rohr 14 ist eine Düse eingesetzt, durch welche der Nachlauf in dünnem Strahl gleichmäßig nach der Destillierkolonne M zurückfließt, um dort wieder verdampft zu werden. Durch das Rohr 22 tritt der Dampf in die Destilliersäule M. Hierzu ist mit Vorteil Abdampf der Maschine zu verwenden. Die Abscheider A_1 und A_2 erhalten den Dampf durch die Ventile und Rohre $23a$ und $23b$. Die Wärmeregulatoren J_1 und J_2 regeln den Dampfzutritt selbsttätig. Durch die Rohre $24a$ und $24b$ wird der Druck aus den Abscheidern in die Regulatoren übertragen. Die Rohre $25a$ und $25b$ führen das Kondensat in die Abscheider zurück. Das Kühlwasser tritt durch das Rohr 28 in den Kühler K_1, durch das Rohr 29 in den Dephlegmator D

und wird durch das Rohr 30 abgeführt. Durch das Rohr 31 tritt das Kühlwasser in den Kühler K_2, wird durch das Rohr 32 dem Kondensator C_2 zugeführt und verläßt den Apparat durch das Rohr 33. Durch die Abzweigung und das Rohr 34 erhält der Kondensator C_1 das Kühlwasser, von wo es durch das Rohr 35 abgeführt wird. Der Nachlaufkühler K_3 erhält sein Wasser durch das Rohr 36 und gibt es durch das Rohr 37 wieder ab. Dieser Apparat liefert die denkbar größte Ausbeute an feiner Ware, weil nur Vorlauf und Feinsprit gewonnen wird; die geringen Mengen Fuselöl, welche ausgeschieden werden, fallen bei der Berechnung der Ausbeute nicht ins Gewicht. Wenn wenig Vorlauf in der Maische oder Würze enthalten ist, beträgt die Ausbeute bis 95 Proz. und darüber. Die Anordnung der Wiederverdampfung des entfuselten Nachlaufes bewährt sich bei jeder Rohware und ist auch für Lufthefenwürze seit vielen Jahren mit ausgezeichnetem Erfolge in Anwendung. Bei der Verarbeitung von Getreidedickmaischen und der Gewinnung von Qualitätsbranntweinen empfiehlt es sich, auch den Vorlauf wieder in das Gefäß N_1 zurückzuführen und dadurch wieder nach der Destillierkolonne M zurückzubringen. So steigt die Ausbeute an feiner Ware auf über 99 Proz., da nur das in geringen Mengen vorhandene Fuselöl ausgeschieden wird. Alles andere erscheint als Feinsprit. Dieses Verfahren empfiehlt sich vor allem dort, wo der Steuerverhältnisse wegen oder aus anderen Gründen für technischen Spiritus keine nutzbringende Verwendung möglich ist. Der Dampf- und Kühlwasserverbrauch ist bei diesem kombinierten Verfahren erheblich geringer als bei getrennt betriebener Destillation und Rektifikation.

Nach Ansicht des Verfassers muß sich die Hefenindustrie der Feinspritgewinnung aus Maische oder Würze zuwenden und in ihrem schweren Kampf ums Dasein sich der Verdienste bedienen, die bis jetzt der Reinigungsindustrie zugeflossen sind. Es wäre technisch und volkswirtschaftlich unverzeihlich, die Rektifikation als Sondergewerbe zu erhalten, während die Gelegenheit gegeben ist, diese zu umgehen und direkt aus Maische oder Würze Prima- oder Feinsprit zu gewinnen! Auch die Brennereien müssen sich der Sache zuwenden, um nicht bloß den Schwund von etwa 2 Proz. auszuschalten, sondern auch sich selbst die Gewinne zu sichern, die bis jetzt den Reinigungsanstalten zufließen. Dies um so mehr, als der Feinsprit direkt aus Maische oder Würze fast mit dem gleichen Kohlen- und Wasserverbrauch wie früher der Rohspiritus erhalten wird. Auch der Staat hat ein Interesse daran, den Schwundverlust beseitigt zu sehen, und wird deshalb den Übergang der Feinspritgewinnung auf die Brennereien begünstigen.

II. Das neue, sogenannte Lüftungsverfahren: die Lufthefenfabrikation.

1. Allgemeines über seine Entstehung.

Zur Zeit, als das alte Verfahren technisch immer mehr vervollkommnet wurde und den Fabrikanten durch größere Ausbeuten die Herstellung des stets wachsenden Bedarfs an Hefe erleichterte, war, zuerst wenig beachtet, bereits sein Gegner im Begriff, sich zu seiner künftigen Machtstellung vorzubereiten. Das im Jahre 1887 erlassene Reichsgesetz für die Besteuerung des Spiritus hatte die Preßhefenfabrikation insofern etwas in bestimmten

Grenzen festgelegt, als es nach Maßgabe des damaligen Standes der Erzeugung und des Verbrauchs an Trinkbranntwein den Bundesstaaten für ihre Brennereien und Hefenfabriken das „Kontingent“ zuerteilte. Das Kontingent jeder einzelnen Fabrik stellt die Jahreserzeugung einer bestimmten Menge 100 proz. Alkohols dar, die zu einem billigeren Steuersatze in den Verkehr gebracht werden darf, während die darüber hinaus eintretende Erzeugung per 100 Liter reinen Alkohols 20 ℳ mehr Steuer kostet. So gab es für die Fabrikanten kein anderes Mittel, als die Hefenausbeute zu erhöhen, um ohne Kontingentsüberschreitung den Bedarf zu erstellen. Gerade um diese Zeit aber begann man in Bäckereien, sich der Bierhefe und der flüssigen Hefe in immer größerem Umfange zu entwöhnen und lernte die sichere Arbeit mit der gepreßten Hefe immer mehr schätzen. Das ging um so schneller, je mehr das alte Verfahren in technisch vollkommenere Wege geleitet und eine Hefe erzeugt werden konnte, die einige Tage haltbar war und gute Triebkraft aufwies, wozu bei den vorhandenen Konkurrenten gerade nicht viel gehörte. Denn die Preßhefe des alten Verfahrens konnte das Feld als fast ausschließlich gemischte Hefe behaupten und war in den 70er und 80er Jahren des vorigen Jahrhunderts meist schlecht abgewässert und von der Grauhefe kaum gereinigt. Diese konnte um so besser mit gepreßt und verkauft werden, je mehr die Preßhefe mit Kartoffelmehl gemischt wurde. Aber die Preise für Preßhefe in jener Zeit beweisen doch, welchen Fortschritt die Bäckerei in der Preßhefe erblickte; diese Preise waren es auch, die bei den damals üblichen niedrigen Ausbeuten von 6 bis 8 Proz. Hefe und 28 Proz. Alkohol die Fabrikation noch rentabel machten. Rasch vollzog sich der Fortschritt zu besserer, reiner Hefe und höherer Ausbeute, zumal auch die wachsende Konkurrenz billigere Preise und die Gesetzgebung der Staaten steuerliche Belastungen brachte. So kamen in den 90er Jahren die Zeiten, da man im alten Verfahren schon mit 12 bis 14 Proz. Hefe und 30 bis 32 Proz. Alkohol rechnete. Aber der stets wachsende Bedarf gegenüber dem gleichen Kontingent an Spiritus konnte den Betrieben die Zukunft nicht rosig erscheinen lassen und ihnen den Wunsch nach einem Verfahren nahelegen, das bedeutend mehr Hefe brächte.

Nun hatte Pasteur bereits zu Anfang seiner epochemachenden Arbeiten die günstige Einwirkung von Luft auf Hefenbildung und Gärung festgestellt. Aber wie wir aus der geschichtlichen Darlegung zu Eingang des Buches wissen, kam erst 1879 Marquardt, Hannover, mit seinem deutschen Patent dazu, diese alte Beobachtung wieder aufzugreifen. Er wollte Würze mit Hefe unter Einblasen von Luft vergären; „er wollte“, müssen wir sagen, da er mit seinem Patent nur eigentlich einen Vorschlag brachte, der praktisch unbeachtet blieb.

Er hatte bald einen Nachfolger in Uekermann, Herford, dessen Patente in die Brauereien und Brennereien die Lüftung der gärenden Flüssigkeiten einführen sollten; doch war darin von dem Zweck, die Hefenbildung zu fördern, keine Rede. 1886 kommt dann der Engländer Howman, Grantham, mit seinem Vorschlag, eine warme Zuckerlösung mit Malzkeimen oder Kleie oder beiden zugleich zusammenzubringen, so neben Zucker noch Eiweiß in Lösung zu bekommen und die abgezogene, klare Würze in einem mit Kühler versehenen Gärbottich nach Zusatz von Preßhefe unter Lüftung zu vergären. Nach 9- bis 12stündiger Gärung schleudert er die Hefe aus, wäscht und preßt sie. Wir haben hier schon mehr als die Anfänge des Lüftungsverfahrens; wir

haben es eigentlich dem Prinzipe nach schon ganz. Von England kam es durch Bruhn nach Schweden und Dänemark und durch Riese, Wandsbeck, und andere Fachleute, wie Dr. Francke, Nycander, Genge nach Deutschland. Etwa um 1887 führte es, nach des Verfassers Wissen und nach Äußerungen des Besitzers selbst, Riese vielleicht zum ersten Male in Deutschland in Königsberg in Preußen bei G. A. Kahlke ein, dem Vorbesitzer der Königsberger Preßhefen- und Spiritusfabrik A.-G. So einfach die Sache schien, so langwierig waren die Versuche, die erst Mitte der 90er Jahre des vorigen Jahrhunderts zum befriedigenden Ziele führten.

2. Die in Betracht kommenden Rohstoffe und die Art ihrer Verwendung.

a) Allgemeines.

Daß ein fabrikmäßiger Betrieb nach Howmans Vorschlag mit Zuckerlösungen schwer durchführbar war — die Melassespiritusfabrikation war damals technisch noch zurück —, sah man bald ein und wandte sich den Rohstoffen zu, die auch im alten Verfahren als Ausgangsmaterial dienten. Doch war für ihre Verwendung von vornherein insofern ein anderer Weg gewiesen, als zur Belüftung und direkten Gewinnung der Hefe aus der Würze nur die Vergärung klarer, reiner, treberfreier Maischen in Frage kam. Es mußten also die Rohmaterialien so verwendet werden, daß ihre Hülsen ziemlich ganz blieben und als Filtermaterial dienen konnten. Trotzdem hierzu die Verarbeitung von Malzkeimen schon von dem Engländer Howman gegeben war, hat man sie doch lange gemieden. Die zahlreichen Mikroorganismen, die die Malzkeime mit in die Maische brachten, konnten bei der zuerst angewandten Methode, die verzuckerten Maischen einfach im Gärbottich mit Schwefelsäure anzusäuern, in ihrem Aufkommen kaum ernstlich gehemmt sein. Außerdem war die gewonnene Hefe natürlich sehr triebarm; denn die Arbeiten Hayducks hatten damals schon ergeben, daß die Triebkraft der Hefe mit dem in der Maische gebotenen Eiweiß zusammenhängt. Daran fehlte es aber bei der anfänglichen Arbeitsweise, die bloß einen ungenügend peptatischen Abbau während der Verzuckerung mit sich brachte. Wie nun Herr Kahlke in Königsberg — wohl einer der ersten, der sich dem neuen Verfahren zuwandte und eine neue Fabrik dafür erbaute — im Jahre 1894 dem Verfasser mitteilte, war es ein Zufall, der Herrn Riese und ihn der Milchsäurung der Maische zuführte. Während es sonst bei ihm üblich war, die verzuckerte Maische direkt weiter zu verarbeiten, mußte in einem bestimmten Falle wegen Betriebsstörung die verzuckerte Maische längere Zeit stehen, ehe sie weiter verwendet werden konnte. Statt der nun ängstlich erwarteten weiteren Störung durch die saure Maische trat eine ganz bedeutende Mehrausbeute an besonders triebkräftiger Hefe ein. So kam die Milchsäurebildung vermutlich in das Lüftungsverfahren.

Was nun die Form anlangt, in der die Rohstoffe zur Erzielung einer klaren Würze verwendet werden konnten, so war man bald auf dem richtigen Wege. Statt des Schrotens konnte nur noch eine Zerkleinerung in Frage kommen, die die Hülsen ganz ließ: die Quetschung. Diese Überlegung führte sofort zur Verwendung der Gerste als Grünmalz, in welcher Form das Malz überhaupt nicht nur am diastasekräftigsten ist, sondern auch mit seinen

Wurzelkeimen viel Stickstoff in die Maische bringt. Als besonders wichtigen Eiweißlieferanten durfte man den Roggen nicht umgehen. Um ihn quetschen zu können, mußte man ihn allerdings einweichen, bis er genügend quellreif war, und darnach zum Abtrocknen auf dem Boden ausbreiten, wobei er dann meist schon etwas zu spitzen begann. Anfänglich wurde auch fast nur Grünmalz und Roggen zur Lufthefe verarbeitet, bis die steigenden Preise für Roggen und Gerste dazu zwangen, einen billigeren Stärkelieferanten zu suchen, der damals im Mais geboten war. So wurde dieser bald ein Hauptfaktor; denn er betrug in manchen Verfahren 60 bis 70 Proz. der Einmaischung. Die Zumaischung der Malzkeime hing denn auch eng mit der Maisverarbeitung zusammen, weil bei ihr geringes, wenig sparriges Hülsenmaterial in die Maische kam, die deshalb schlecht filtrierte. Die Lockerung wurde nun mit dem Zusatz von Malzkeimen ermöglicht, den man erst später in anderer Bedeutung, als Eiweißzufuhr, mehr schätzen lernte.

Kartoffeln und Melasse kommen vereinzelt auch in Betracht, für Deutschland allerdings Kartoffeln mehr als Melasse, da diese bei uns immer schwerer und zuckerärmer zu erhalten ist und mit ihrem hohen Salzgehalt der Hefe manchmal unangenehm wird. Die Kartoffel wird von günstig gelegenen Fabriken, die auch ziemlich Eigenbau haben, da und dort verarbeitet, und zwar wieder mehr und mehr als Rohkartoffel, da die Trockenkartoffel sich für die Hefenbereitung als schwer aufschließbar erweist und zu ungleiche Zusammensetzung besitzt.

b) Die einzelnen Rohstoffe.

α) Die Gerste. Wie im alten Verfahren und in der ganzen Gärungsindustrie spielt die Gerste als Malz auch im Lufthefenverfahren eine führende Rolle. Als Darrmalz kommt sie für die Lufthefenfabrikation nur in Not- oder Ausnahmefällen in Frage. Dann muß es natürlich entsprechend zerkleinert werden, so daß die Hülsen möglichst erhalten bleiben. Ein grobes Brechen wie in der Brauerei ist nicht anzuraten; denn in dieser Fabrikation wird mit Temperaturen gearbeitet, bei denen leicht Verkleisterung und Verzuckerung des Mehlkörpers erfolgt. Anders in der Lufthefenmaische, die, wie die süße Maische des alten Verfahrens, nur Temperaturen von höchstens $62^1/_2$ bis $63^3/_4{}^0$ durchmachen darf. Das Darrmalz wird deshalb für diesen Zweck in einem Holzgefäß oder einem anderen geeigneten Behälter oder aber, auf sauberem Boden ausgebreitet, mit etwas Wasser fein besprengt, bis es beim Brechen keinen trockenen Mehlkörper mehr aufweist, sondern so viel Wasser aufgenommen hat, daß es sich wie Grünmalz quetschen läßt. Meist werden statt 100 kg Gerste 75 bis 80 kg Darrmalz genommen. Wenn das Darrmalz gut befeuchtet und geweicht ist, läßt es sich sehr schön und gleichmäßig quetschen, so daß sein Mehlkörper zur feinen Verteilung in der Maische freigelegt ist. Natürlich kommt aber für die Gewinnung einer guten Filterschicht nur Grünmalz in Frage, das ja ums doppelte wirksamer als Darrmalz ist, die Malzkeime mitbringt und den Mehlkörper in leicht verteilbarer Form enthält.

Es sei nun hier ganz besonders darauf aufmerksam gemacht, daß das beste Malz für die Lufthefenfabrikation aus verschiedenen Gründen gerade gut genug ist. Die zweckmäßige Durchführung der Lüftung sollte ja Erhöhung der Hefenvermehrung bringen, und zwar in ungeahnter Weise. Statt bisher

12 bis 14 Proz. Hefe im alten Verfahren (ohne Lüftung) und 30 bis 32 Proz. Alkohol konnten im Anfange der Lufthefenarbeit 20 Proz. Hefe und 20 Proz. Alkohol gewonnen werden, Zahlen, die so lange in Geltung blieben, bis vor etwa 4 Jahren die weitere Erhöhung der Ausbeute an Hefe kam. Wir sehen, daß es sich um eine starke Vermehrungstätigkeit, also um einen gesteigerten Atmungs- bzw. Eiweißspaltungsprozeß handelt, weshalb auch der Nährboden für die Lufthefe ein besonders günstiger sein muß: denn eine Nachwirkung der Diastase findet nicht mehr statt; letztere ist so gut wie tot, wenn die Maische als Würze zur Gärung kommt, da diese vorher sterilisiert wird. Es muß also schon in der Maische das günstigste Zucker-Dextrinverhältnis vorhanden sein. Da aber dies in konzentrierten Maischen von 16° Balling an nur schwer erreicht wird, so sind dünnere Maischen zu wählen. Diese wurden anfangs etwa mit 14° Balling genommen, während man sie jetzt mit etwa 11 bis 12° nimmt, um die feine Aufschlämmung des Mehlkörpers und Verteilung der Diastase in der Maische zu ermöglichen.

Es ist also gutes Grünmalz im weitesten Sinne des Wortes zu nehmen, das bei genügendem Gewächs nach etwa 9- bis 11tägiger Keimung die vollkommenste Lösung bei niedriger Keimtemperatur erhalten hat, also Stärke und Proteïn in bereits etwas löslicher Form enthält und besonders reichlich diastatische Kraft besitzt. Daß es dabei schimmelfrei sein muß, ist selbstverständlich. Für 100 kg Gerste werden die entsprechenden Grünmalzzahlen des einzelnen Betriebes genommen, die etwa zwischen 140 bis 150 kg sich bewegen. Was die Menge der einzumaischenden Gerste anlangt, so ist darin eine Zeitlang durch zu geringe Gaben gesündigt worden, die durch starke Zumaischungen von Mais (bis zu 60 und 70 Proz.) hervorgerufen waren, so daß für Keime oder Roggen mit Gerste als Grünmalz nur zusammen 40 bis 30 Proz. übrig blieben. In der Mehrzahl der Betriebe wird heute wohl, in richtiger Erkenntnis der Wichtigkeit der als Malz so wertvollen Gerste, durchschnittlich nicht unter 40 Proz. der Maischung an Gerste als Grünmalz genommen, wobei der Rest auf Roggen, Keime und Mais fallen kann. Teilweise umgeht man den in den letzten Jahren teuren Mais und nimmt neben Gerste nur noch etwas Roggen und Keime. Die für diastasestarkes Grünmalz so wichtige ausländische, besonders russische Gerste ist jetzt durch Neuregelung der Einfuhr als Brenngerste (s. o. unter Rohstoffe bei „Gerste") ziemlich billig zu haben; Roggen war auch in den letzten Jahren nicht besonders teuer, ist aber — wenn auch etwas teurer als erwünscht — in kleinen Mengen sehr wertvoll; die Eiweißzufuhr kann dann durch Malzkeime und deren Stickstoffgehalt etwas ergänzt werden.

So arbeiten viele Betriebe, die, was stets erstrebenswert ist, genügend große Mälzereien haben, mit etwa 75 Proz. Gerste, 10 bis 15 Proz. Roggen und 15 bis 10 Proz. Keimen. Da bei solchen Gerstengaben eine Menge leicht löslichen Eiweißes durch das Malz in die Maische kommt, so wird teilweise sogar der Zusatz der Keime unterlassen und mit sehr gutem Erfolge nur Gerste mit Roggen verarbeitet. Die an diese Maischung etwa geknüpften Hoffnungen, den daraus gewonnenen Rohspiritus als „Kornbranntwein" laut Gesetz deklarieren und verkaufen zu dürfen, sind natürlich unbegründet. Denn wenn das auch gemäß § 107, Abs. 2 gefolgert werden könnte, der sagt, daß als Kornbranntwein nur solcher Branntwein feilgehalten werden darf, der ausschließlich aus Gerste, Roggen, Weizen, Buchweizen oder Hafer her-

gestellt ist, so ist doch aus § 72, Abs. 5 genau zu erkennen, daß der Gesetzgeber mit Nr. 3 desselben die „Kornbranntwein"-Erzeugung nur dem alten Verfahren zugewendet wissen will. Das Gesetz befreit laut § 72 den aus den vorgeschriebenen Rohstoffen erzeugten Kornbranntwein von der Vergällungspflicht nur dann völlig, wenn er aus dem alten Verfahren stammt, und scheidet also für die Verarbeitung der gleichen Rohstoffe den Rohspiritus der Lufthefenfabrikation aus.

Aber trotzdem bietet die Arbeit nur mit Grünmalz und Roggen große Vorteile in der Hefenausbeute und -qualität und in der Einfachheit der Arbeit, so daß diese bei günstiger Preisgestaltung, von der ja stets die Wahl der Rohstoffe bestimmt wird, zu empfehlen ist. Mit welch anderem Rohstoffe auch immer Gerste als Grünmalz verarbeitet wird, so muß, wenn gut gearbeitet werden soll, bestes Grünmalz zur Verfügung stehen, das eine kräftige Diastase-Peptaseleistung bietet. Daraus ergibt sich weiter, daß bei erfolgreicher Arbeit auch an Grünmalz nicht zu sehr gespart werden sollte. Was für Grünmalz gesagt wurde, gilt natürlich auch für Malz aus Weizen und Hafer, die weniger bei uns als im Ausland, wo sie billig zu haben sind, wenigstens teilweise als Ersatz für Gerstengrünmalz Verwendung finden.

β) Der Roggen. Wie schon bemerkt, muß er so vorbereitet werden, daß er sich wie Grünmalz quetschen läßt. Obwohl seine Spelzen sehr dünn sind und für die Filterschichtbildung kaum in Betracht kommen, so muß doch seine Verwendung als Schrot ausscheiden, da die feinen Hülsenteilchen die Poren der Treber zulegen und das Läutern erschweren würden. Man weicht deshalb den Roggen, je nach seiner Herkunft, Trockenheit und der Jahreszeit 12 bis 15 Stunden ein. Die Weiche muß genügend sein: wo eine Weiche mit Lüftung zur Verfügung steht, wird man den eingeweichten Roggen nach etwa 2 bis 3 Stunden etwas lüften, d. h. waschen, was vorsichtig geschehen muß, um den dünnen Spelz nicht zu beschädigen. Deshalb ist es gut, erst nach etwa 2 Stunden Wassergabe zu lüften, also zu einem Zeitpunkt, da die am Spelz sitzenden Verunreinigungen bereits aufgeweicht sind, der Spelz aber noch nicht zu weich ist. So sehr nämlich die Reinigung des Roggens durch Waschung mit Lüftung zu empfehlen ist, so sehr ist angesichts des dünnen Spelzes doch Vorsicht zu üben und acht zu geben, daß sie frühzeitig genug und mit möglichst wenig, aber hinreichendem Wasser geschieht, um dem Roggen nicht zu viel seiner wertvollen Nährsalze zu entziehen. Durch Abkürzung der Wasserweiche mit Hilfe der oben erwähnten Luft-Wasserweiche kann darauf hingearbeitet werden. Man läßt den gewaschenen Roggen nur etwa 7 bis 8 Stunden im Wasser und etwa 4 Stunden in der Weiche ohne Wasser stehen und bringt ihn dann zum Spitzen und oberflächlichen Abtrocknen auf den Boden. In den meisten Lufthefenfabriken ist die Roggenweiche in der Mälzerei ebenso wie der Platz für den auszubreitenden geweichten Roggen mit vorgesehen. Teilweise aber findet man die Roggenweiche — und das ist ganz gut durchführbar und auch bequem — in der Nähe der Quetsche. Die Arbeit des Einweichens und Ausbreitens von Roggen zur beginnenden Keimung erfordert ja keine allzu großen Kunstgriffe und kann deshalb leicht von jedem Arbeiter besorgt werden.

Man läßt den Roggen also so lange weichen, bis die kleineren Körner quellreif sind. Bei seinem Ausweichen und Ausbreiten bekommt er ja noch etwas Nachweiche. Wo für Roggen keine Weiche mit Lüftung vorhanden ist,

wird das erste Wasser nach etwa 4 bis 6 Stunden ab- und frisches daraufgelassen; aber dann sollte wenigstens der Überlauf des Weichwassers oben angebracht sein. Ist der Roggen, den man nicht so lange weicht, bis auch die letzten größeren Körner genügend Weiche haben, nach etwa 12 (im Winter vielleicht 15) Stunden richtig geweicht, so wird er auf der Malztenne oder einem sauberen Boden bei der Weiche ausgebreitet, wobei man, wenn aus Vorsicht die Weiche nicht weit genug getrieben wurde, durch etwas erhöhtes Ausbreiten Nachweiche geben kann. Der Roggen ist aber sofort zu wenden, sobald Erwärmung eintritt, was natürlich je nach der Jahreszeit und der Stelle, wo der Roggen ausgeweicht liegt, rascher oder langsamer sich vollzieht. War Nachweiche nötig, dann wird der zuerst (vielleicht 20 cm) hohe Roggenhaufen nach einigen Stunden etwas niederer gelegt, auseinandergezogen. Man rechnet meist 12 bis 15 Stunden für die Weiche und etwa 18 Stunden für die Zeit, innerhalb der der ausgeweichte Roggen genügend abgetrocknet ist und spitzt. Die Stelle, wohin der Roggen zu liegen kommt, ist nach seiner Wegnahme stets mit dünner Kalkmilch gut abzuscheuern und abzuspülen. Irgendwelche Zusätze zum Wasser der Roggenweiche, wie z. B. von Schwefelsäure, sind, wie der Verfasser in vielen Probeversuchen feststellen konnte, völlig zwecklos und deshalb zu unterlassen. Die Versuche, die Hefenernährung zu fördern, indem man den Roggen weiter als bis zum Spitzen wachsen läßt, ihn also gewissermaßen mälzt, haben sich nur als Substanzverluste erwiesen. Wenn genügend Grünmalz aus Gerste vorhanden ist, kann ein weiteres Auswachsenlassen des Roggens als bis zum beginnenden Spitzen gar nicht in Frage kommen; denn die Eiweißstoffe werden durch die Mälzung nur in Körper übergeführt, die für den Maisch- und Säurungsprozeß leichter angreifbar aber nicht direkt für die Hefe assimilierbar sind. Roggenmalz statt Gerstengrünmalz zu nehmen, verbietet angesichts seines Minderwerts jedoch der hohe Grad der Verzuckerung, der erreicht werden muß. Natürlich ist, wenn irgend angängig, sauber geputzter Roggen zu verwenden; der Grad seiner Reinigung bedeutet, wie bei der Gerste zur Grünmalzbereitung, Beförderung der bakteriellen Reinheit der Maische. Die Roggengaben schwanken zwischen 10 und 20 Proz. und richten sich nach der sonstigen Eiweißzufuhr. Wo Malzkeime verwendet werden, kann sie etwas niederer, mit etwa 10 Proz., angenommen werden; doch sollte auch hier übergroße Sparsamkeit vermieden werden. Wo die Spirituserzeugung ganz ins Hintertreffen gedrängt werden soll, wird allerdings der Roggen gern überhaupt gemieden und durch Malzkeime ersetzt.

γ) Der Mais. Wo der Mais in der Lufthefenfabrikation zur Verwendung gelangt, geschieht es fast ausschließlich durch seine Aufschließung im ganzen Korn oder als Grobschrot im Henzedämpfer. Aus übertriebener Angst vor den Verlusten an Stärke oder Zucker durch die etwas höheren Temperaturen bzw. Drucke beim Dämpfen des ganzen Korns hat man da und dort den Mais sehr grob gebrochen und bei $1^1/_2$ bis 2 Atmosphären gargedämpft. Man erzielte dadurch etwas hellere Maischen, aber keine besseren, vielleicht sogar schlechtere Ausbeuten.

Da das Grobbrechen des Maises Kraft kostet, so kann es natürlich nur dann zweckmäßigere Arbeit beim Dämpfen liefern, wenn ein Äquivalent in der Erhöhung der Hefenausbeute sich ergibt. Wo das wirklich der Fall sein sollte, möchte der Verfasser behaupten, daß die Dämpfung des Maises im ganzen

Korn nicht richtig vollzogen wird. Es ist hier auf die Ausführungen zu verweisen, die weiter oben bei „Zerkleinerung und Aufschließung der Rohstoffe“ über den Mais gemacht wurden. Der Mais ist also entweder grobgeschroten oder einfach im ganzen Korn, wie bereits früher angegeben, zu dämpfen. Bei letzterer Art ist eben auf die Vorteile acht zu geben, die sicher eine gute Aufschließung ergeben. Dazu gehört besonders, daß anfänglich etwa 1 Stunde lang der Mais ohne Druck bei blasendem Ventil und laufendem Rührwerk gekocht wird, damit er völlig gleichmäßig durchweicht den höheren Drucken ausgesetzt wird. Wird der Mais etwa 1 Stunde bei $2^1/_2$ Atmosphären und schwach blasendem Ventil gedämpft, dann bei geschlossenem Abblaseventil im Dämpfer rasch auf $3^1/_2$ Atmosphären gebracht und $^1/_2$ Stunde dort gehalten, so ist tadellose Verflüssigung beim Aufdrücken des Maises vorhanden. Die etwas bräunliche Färbung der Dämpfmasse rührt, wie der Verfasser früher bereits erwähnte, von Zersetzungen der Zelluloseanteile her, die durch den Druck bzw. dessen entsprechende Temperatur bei Gegenwart der geringen Säuremengen oder sauer reagierenden Salzen der Mais-Dämpfmasse vor sich gehen. Auch der Umweg, der vielfach begangen wird oder wurde, nämlich eine Vorweichung des Maises mit nachfolgender Abschwelkung und Quetschung in den Henzedämpfer zum Kochen, hat die dareingesetzten Hoffnungen nicht erfüllt. Der Verfasser kennt Betriebe, in denen die Einrichtung unbenutzt dasteht. Wohl bekommt man durch Kochen des gequetschten vorgeweichten Maises bei $1^1/_2$ Atm. schon gute Aufschließung und etwas hellere Maischen, aber keine nennenswerten Erfolge in der Ausbeute, so daß das bißchen Ersparnis an Dampf beim Kochen durch die Unkosten und Umstände für Einweichen, Ausweichen und Quetschen mehr als aufgewogen wird. Der Verfasser hat alle diese verschiedenen Weisen selbst probiert und in Übereinstimmung mit Fachkollegen keinen Vorteil gegenüber der einfachen richtigen Dämpfung des Maises im ganzen Korn finden können. Es spielen ja auch in solchen Fällen alle möglichen Betriebsverhältnisse mit, wenn vielleicht da und dort eine bewährte Arbeitsweise weniger gut befriedigt. Und manchen Menschen dünkt die Umständlichkeit einer Arbeitsweise schon als Beweis für ihre größere Zweckmäßigkeit. Jedenfalls kann man — und das ist des Verfassers wohlbegründete Ansicht — mit der einfachen Dämpfung des ganzen Maiskorns mindestens die gleichen Resultate erzielen wie mit derjenigen des grobgeschrotenen oder geweichten und gequetschten Maises, welch letztere also unnütze Ausgaben verursachen.

Vielfach auch wird Mais mit Kartoffeln verarbeitet, was entweder so gemacht werden kann, wie es der Verfasser weiter oben unter Maisverarbeitung beschrieb oder auf die Weise, daß man Mais und Kartoffeln für sich je in einem Dämpfer aufschließt und zuerst den Mais und nach diesem die Kartoffeln ausbläst. Da die heute üblichen Maischen nur 11 bis 12° Balling haben, so können die Kartoffeln mit dem Fruchtwasser gedämpft werden. Dann geht auch die Mais- und Kartoffeldämpfung in einem Dämpfer, wie früher beschrieben, ganz gut. Voraussetzung zu gutem Dämpfen ist immer ein Kocher mit Rührwerk, mag es sich um einen stehenden oder liegenden Apparat handeln. Denn der Verfasser führt die öfter beobachteten Dunkelfärbungen von Maisdämpfmassen nicht sowohl auf angegriffene Zellulose zurück, als auch auf ungenügende Durchmischung der Masse, wodurch der mit Kesseldruck einströmende Dampf nicht genügend schnell verteilt wird und stellen-

weise höhere Temperaturen vorübergehend zu erzeugen vermag. Auch darin kann gesündigt werden, daß zu wenig bei blasendem Luftventil gedämpft, die Masse also nicht genügend durchkocht wird, sondern mehr nur unter dem Druck steht, den das Manometer anzeigt. Dieser aber bedeutet nur dann richtige Kochung, wenn er als Temperatur die ganze Masse durchdringt und nicht bloß über der Masse lastet. Letzterer Fall kann z. B. eintreten, wenn das Druckdampfventil undicht ist und Dampf über der Maismasse eintreten läßt. Bei solchen Zufälligkeiten und Umständen mögen die Methoden mit grob geschrotenem Mais oder geweicht-gequetschtem Mais natürlich noch eher zum Ziele führen. Wo aber ein sachgemäß gebauter, liegender oder stehender Dämpfer mit Rührwerk vorhanden ist, der richtig bedient und kontrolliert wird, muß die einfache Kochung des Maises im ganzen Korn sicher und erfolgreich vor sich gehen. Der Mais muß natürlich mindestens von den groben Verunreinigungen befreit sein und wird zur Sicherheit beim Einlauf in den Dämpfer durch einen grobmaschigen Siebeinsatz geschickt. Wie Mais wird auch Reis im ganzen Korn (s. auch die früheren Darlegungen) und Manioka behandelt. Zu bemerken wäre noch, daß auch die richtig gewählte Größe des Dämpfers eine große Rolle spielt, damit nicht bei mangelndem Raum die benötigte Maismenge mit zu wenig Wasser in dem Henzedämpfer zusammengebracht werden muß.

δ) Die Malzkeime. Daß sie gründlich sauber sein müssen und am besten vor der Verwendung noch einmal durch die Putzerei laufen und wenigstens vom Staub gereinigt werden sollen, wurde früher schon erwähnt. Ebenso, daß als Hefennahrung nur helle, niederabgedarrte Keime in Frage kommen sollten; denn wie die hohe Darrung die Diastase schwächt, so erleiden auch die Proteïne der Keime dadurch unliebsame Veränderungen, abgesehen davon, daß solche oft dunkelbraune Keime die Maischen stark färben und so die helle Farbe der Hefe beeinträchtigen.

Umstritten ist die Frage, wie die Malzkeime der Maische zugegeben werden sollen. Bei vielen gelten sie bloß als Lockerungsmittel und werden einfach in den Läuterbottich geschüttet, worauf man die fertige, sterilisierte Würze einlaufen läßt. Das ist natürlich ein Fehler; denn eine gründliche Sterilisierung derselben wird so nicht erreicht und außerdem nur ein Teil ihrer wichtigen Bestandteile gewonnen. Der größte Teil der wertvollen Proteïne bleibt unausgenutzt, weil durch die plötzliche Mischung der stark Flüssigkeit aufsaugenden Keime mit der heißen Maische eine äußere Quellung eintritt, die die gleichmäßige Durchtränkung sehr erschwert. Aus demselben Grunde möchte der Verfasser auch der Methode nicht das Wort reden, bei der die Keime der fertig verzuckerten oder erst der fertig gesäuerten Maische zugegeben werden. Die Keime sind wertvolles Einmaischmaterial und nicht nur ein wertloses Lockerungsmittel, woraus sich von selbst ergibt, daß sie mit eingemaischt werden sollen, damit sie auch die gleichen Temperaturen und anderen Vorgänge zum Schutz gegen die fremden, miteingedrungenen Spaltpilze mit durchmachen. Am besten gibt man deshalb die Keime im Anfang der Maischung zu, wie wir später sehen werden. Sie haben dann Zeit, sich langsam vollzusaugen, ihre löslichen Bestandteile unmittelbar und ihre nicht sofort löslichen, aber der Verzuckerung und der Peptonisierung zugänglichen Bestandteile allmählich freizugeben. Irgendwelche Vorbereitungen der Keime, durch Einteigen mit etwas Schwefelsäure und andere Künsteleien

mehr, gehören zu den wertlosen Umständlichkeiten, die bei manchen als wichtige Momente geschätzt werden, aber natürlich in umgekehrtem Verhältnis zur erhofften Wirkung stehen. Die richtige Maischarbeit verlangt eben Rücksichtnahme auf die jeweiligen Rohstoffe und ihre Eigentümlichkeiten, unbeschadet der Erreichung der gewollten diastatisch-peptatischen Vorgänge und der Abtötung der hereingekommenen Spaltpilze.

Man sorge also für geeignete Malzkeime und bringe sie sauber zur Vermaischung, dann wird der übliche Maischprozeß schon seine Schuldigkeit tun. Was die Menge der Malzkeime betrifft, so hängt diese mit der Mischung der Rohstoffe zusammen. Bei Gersten- und Roggenverarbeitung können sie ganz wegfallen. Wird Mais oder Manioka verarbeitet, dann genügen 10 bis 12 Proz., wenn nicht mehr als 40 Proz. Mais genommen werden. Anderenfalls geht man bis auf 15 und 20 Proz., welch letztere Menge auch bei Verarbeitung von Rohkartoffeln erforderlich ist.

ε) Die Kartoffeln. Während man anfänglich ihre Verarbeitung als Rohfrucht mied, nicht wegen der damit verbundenen Schwierigkeiten, sondern weil die Einmietung und Aufbewahrung großer Kartoffelbestände keine leichte Sache ist, und man deshalb die Trockenkartoffel als Befreierin sehnsüchtig erwartete, so scheint doch heute die Verarbeitung von Rohkartoffeln wieder mehr üblich und befriedigend zu sein. Die Kartoffelflocken sind sehr teuer, so daß nur Kartoffelschnitzel in Frage kommen, die aber mit Erfolg nur verarbeitbar sind, wenn sie bei niederer Temperatur getrocknet, also nicht hornig, sondern gut löslich geblieben sind.

Die Verarbeitung der Trockenkartoffeln ist eben zum großen Teil Preisfrage und kommt somit nur bei sehr teurem Mais in Betracht. Auch dann handelt es sich nur um teilweisen Ersatz von Mais durch Trockenkartoffeln. So sieht man auch die Trockenkartoffel wegen ihrer schwereren Verwendbarkeit für die Hefenfabrikation als Notbehelf an. Durch die Trocknung, selbst bei verhältnismäßig niederer Temperatur, erleiden die Proteïne, darunter auch die Pektinstoffe der Kartoffeln, Veränderungen, die sie schwer angreifbar für den Maischprozeß machen. Die Benutzung des Henzedämpfers läßt sich kaum umgehen, so daß auch in dieser Richtung nichts gespart werden kann. Wo die Kartoffel in großen Massen verarbeitet wird, ist es heute wieder mehr die Rohkartoffel, die bevorzugt wird und dann allerdings — beste Einmietung und Überwinterung vorausgesetzt — nur von November bis Mai in Frage kommen kann, da sonst die Verluste durch Keimung zu groß würden. Aber wie früher ausgeführt, muß die Trockenkartoffel mit der Zeit auch für die Hefenfabrikation die Form sein, in der die Rohfrucht dauernd verarbeitet werden kann. Denn der Übergang in den Fabriken, die etwa von November bis einschließlich April mit Rohkartoffeln arbeiten, zu der Arbeit ohne Kartoffeln, bedeutet immer einige Tage sorgenvoller Arbeit. Andererseits wäre die Trockenkartoffel als teilweiser Ersatz für Mais sehr zu begrüßen, müßte aber, den Ernährungsverhältnissen der Hefe in der Hefenfabrikation Rechnung tragend, anders getrocknet sein als die Dauerware für die Brennerei, die nur Spiritus erzeugen will. Die Verarbeitung der Rohkartoffel wird eben teilweise bevorzugt, weil die Trockenprodukte im Verhältnis zu teuer sind und die Proteïne in schwer aufschließbarer Form enthalten, während die Rohkartoffel diese löslich und direkt verwertbar mitbringt. So wird die umständlichere Verarbeitung der Rohkartoffel der einfacheren der

Trockenkartoffel einstweilen vorzuziehen sein. Besonders unangenehm ist der Umstand, daß die Kartoffeltrocknerei noch bei gleichen Sorten zu ungleiche Qualitäten auf den Markt bringt, wofür allein die Wassergehalte sprechen. Wenn die Kartoffeltrocknung, was sie verdiente, eine stets wachsende Rolle in der Technik und auch in der Hefenfabrikation spielen soll, dann muß sie den Ansprüchen der einzelnen Abnahmeindustrien Rechnung tragen und eben z. B. für die Hefenindustrie möglichst nieder und langsam trocknen, was allerdings, ohne die Unkosten zu erhöhen, leichter gesagt als getan ist. Aber wenn die Trocknung in immer größerem Maße durchgeführt werden wird, dann wird auch der Herstellungspreis sinken. Flocken oder Schnitzel werden also, wie früher beschrieben, im Henzedämpfer mit Rührwerk gedämpft und in die Maische gedrückt; die Rohkartoffeln werden ebenso, nachdem sie säuberlich gewaschen sind, unter möglichster Mitbenutzung des Fruchtwassers verarbeitet.

ζ) Die Melasse. Wie ebenfalls im Kapitel „Rohstoffe“ bemerkt, dient dieser Rückstand der Zuckerfabrikation schon lange zur Spirituserzeugung und wird auch teilweise zur Hefenfabrikation benutzt. In dieser wird Melasse meist nur in den kälteren Monaten verarbeitet und im Sommer ganz weggelassen oder nur in sehr geringem Maße zugemaischt.

Wie wir unter „Rohstoffe“ bei „Melasse“ hörten, ist sie ein Gemisch von verschiedenen Zuckerarten und anorganischen und organischen Salzen, die aus der Rübe stammen. Letztere sind es, die die Schwervergärbarkeit der verschiedenen Melassen neben den nicht direkt vergärbaren Zuckerarten mit verschulden. Von der Fabrikation her sind die Melassen alkalisch infolge der Kalkbehandlung der Rübensäfte, bei der leider auch der Phosphorsäuregehalt verloren geht; dagegen enthält die Melasse salpetersaure Salze und an löslichen Proteïnen viele Amide, da die meisten anderen Eiweißstoffe beim Erhitzen des Rübensaftes gerinnen und sich ausscheiden. Der Zuckergehalt der Melassen besteht in der Hauptsache aus Rohrzucker, der erst invertiert werden muß, um von der Hefe verarbeitet werden zu können, und aus Raffinose, die manchmal in recht erheblichen Mengen vorhanden ist. Die Raffinose reduziert Fehlingsche Lösung nicht und wird nur von Unterhefen ganz vergoren, weshalb man für die Spirituserzeugung aus Melasse meist auch Bierhefen nimmt, unter denen besonders weit vergärende Arten isoliert und in Reinkultur verwendet werden. Anders und schwieriger liegt die Sache für die Hefenfabrikation aus Melasse, da ihr hoher Salzgehalt die Vermehrungsenergie der Hefe unter Umständen stark zu schwächen vermag. In dieser Beziehung kommen jetzt die Verdünnungen zu Hilfe, die man für ein vermehrtes Wachstum als gut erkannt hat.

Die Anforderungen, die an eine Melasse zu stellen sind, und ihre Prüfungsmethoden haben wir früher besprochen. Wir können deshalb kurz angeben, wie sich die Verarbeitung der Melasse im Prinzip vollzieht und das weitere dann besprechen, wenn in einem besonderen Abschnitt die Melassehefenfabrikation behandelt wird. Vor allem ist die Melasse auf geeignete Konzentration zu bringen. Dies geschieht nun verschieden. Die einen verdünnen gleich bis auf 20°, die anderen bis auf 30° Balling. Die Melasse spindelt nun meist zwischen 40 und 45° Baumé, was ungefähr 74 bis 84° Balling entspricht. Wir wollen hier, da wir später die Arbeit eingehend besprechen müssen, bloß im Prinzip festlegen, daß ein bestimmtes Gewicht

Melasse, deren Zuckergehalt bekannt sein muß, mit so viel Wasser in einem besonderen Apparat verdünnt wird, daß die Mischung einen gewünschten Konzentrationsgrad hat. Außer der Spindelung der Melasse ist aber auch eine Prüfung auf ihre vergärbaren Bestandteile nach einer der früher beschriebenen Methoden vorzunehmen, weil danach eigentlich erst der Verdünnungsgrad berechnet werden kann.

Ist die Melasse mit Wasser verdünnt, dann wird das Ganze durch ein Rührwerk oder ein Dampfstrahlgebläse tüchtig gemischt und mit Schwefelsäure versetzt, bis nach der Neutralisation ein kleiner Überschuß vorhanden ist. Diese Schwefelsäuregabe ist für die einzelnen Melassen sehr verschieden und muß für jede Melasselieferung in einer besonderen kleinen Probe bestimmt werden (s. früher unter „Melasse").

Der Überschuß der Melasseverdünnung an Schwefelsäure richtet sich nun nach der Arbeitsweise, da man in den Hauptmaischen nur mit Mineralsäure oder mit Milchsäurebildung arbeiten kann. Im ersten Falle wird die Melassemaische mit Mineralsäure angesäuert, bis sie pro 100 ccm die nötige Säure hat. Im letzteren Falle kann man einen ganz kleinen Überschuß, also etwa 1,5° Säure der Melassemischung wählen und der Milchsäurebildung das weitere überlassen. Die angesäuerte, verdünnte Melasse wird nun mit Dampf aufgekocht, und zwar je nach der Melasse verschieden lang, bis sie beim Abkühlen unter Ausscheidung einer Menge dunklen Schlammes sich genügend klärt und den ganzen Zuckergehalt als Dextrose enthält. Es gibt Melassen, die hierzu nur einer Kochung von 2 bis 3 Stunden bedürfen. Die schwer vergärbaren Melassen aber müssen durch länger dauerndes Kochen der Invertierungswirkung der Säure ausgesetzt werden. Wir dürfen nicht vergessen, daß je nach Arbeit der Zuckerfabriken die Melasse sehr stark entzuckert ist, dafür natürlich dann eine um so größere Menge organischer Bestandteile des Rübensaftes enthält, die durch den Überschuß an Kalk in Lösung gegangen sind und bei der Neutralisation ausfallen.

Die deutschen Melassen sind am zuckerärmsten, weshalb auch für Deutschland die Melasse als Rohstoff für Hefen- oder Spiritusfabrikation nicht mehr die Rolle spielt wie z. B. in Österreich, Frankreich und Belgien. Durchschnittlich hat die verdünnte, geklärte Melasse 22 bis 23°, in manchen Betrieben auch 30° Balling bei 1,5 bis 2,0° Säure. Da geläutert wird, kann ja die Verdünnung der Hauptmaische beliebig weit vorgenommen werden. Bei Arbeit mit Mineralsäure spielt die Konzentration der Melassemischung nicht die Rolle, wie beim Milchsäureverfahren, bei dem darauf Rücksicht genommen werden muß, daß die Milchsäurestäbchen gut gedeihen. Die Vergärung der Melassewürzen geht bestens bis zu einer Saccharometeranzeige von 2,0 bis 2,5° Balling. Da unter den unvergorenen Substanzen reichliche Mengen von Salzen und Stickstoffverbindungen vorhanden sind, so muß die Hefe vor der Pressung etwas gewaschen werden.

Marbach säuert in seinem Verfahren mit Salzsäure an, kocht auf und dekantiert nach etwa 12 Stunden in einen zweiten Bottich, in dem er das Gemisch mit schwefliger Säure und Zinkstaub versetzt, erhitzt und mit Kalkmilch neutralisiert. Nach 2 Stunden kann die glanzhelle, gebleichte und sterile Melasselösung abgezogen werden. Marbach säuert dann auch die Hauptmaische nur mit Salzsäure an, verwendet also keine Milchsäurebildung. Das Aufkochen der Melasseverdünnung erfolgt am besten mit einem

Körtingschen Dampfstrahlinjektor, dessen einströmender Dampf durch Düsen stets Melasse und etwas Luft ansaugt, wodurch eine gute Durchmischung und Aufkochung, gleichzeitig aber auch eine Lüftung bewirkt wird. Die schönste Melassehefe wird mit Milchsäurebildung gewonnen.

3. Allgemeine Übersicht über das Lüftungsverfahren.

Der Unterschied gegenüber dem alten Verfahren beruht darin, daß während der ganzen Gärung stark gelüftet wird und die Gärung sich in einer völlig treberfreien, reinen „Würze" vollzieht, wie die von den Trebern abgezogene, klare Maische genannt wird. Es wird also zuerst eine Maische hergestellt, die sehr gute Verzuckerung und hohen Eiweißgehalt aufweist und, ehe sie zur Vergärung gelangt, von den Trebern befreit wird. Dies geschieht durch das „Läutern" oder die „Abläuterung".

Die treberhaltige Maische kommt vom Vormaischbottich in besondere Gefäße, die Läuterbottiche, die über dem eigentlichen Boden einen durchlöcherten oder geschlitzten Bronze- oder Messingboden enthalten. Vom eigentlichen Boden ziehen Rohre weg, die mit Hähnen versehen sind. Werden diese geöffnet, so läuft infolge des Gefälles die Würze durch die Treber ab, läßt ihre Schwebeteile darin zurück und fließt blank zum Hahn heraus. Da die Treber in ihren vielen Kapillarräumen eine ziemlich große Menge Flüssigkeit zurückzuhalten vermögen, so muß mit heißem Wasser so lange nachgewaschen werden, bis die Treber ausgelaugt sind. Die vom Läuterbottich kommende, klare Würze läuft durch einen Kühler zum Gärbottich, in dem sich eine Kupferschlange, durch die Dampf oder kaltes Wasser gelassen werden kann, und die Lüftungsvorrichtung befindet. Ist die Gärung vollendet, dann setzt sich die Hefe in der ruhenden Würze als dicker Brei ab, weshalb lange Zeit die Hefe auch gewonnen wurde, indem man einfach die vergorene, hefenhaltige Würze auf flache, etwa 0,5 m hohe Absetzgefäße pumpte, die Hefe darin absetzen ließ, die Würze abzog und den zurückbleibenden Hefenbrei den Pressen zuführte. Man war nun bei dieser Arbeit darauf angewiesen, Hefe zu züchten, die sich gut, d. h. in der verfügbaren Zeit so zusammensetzte, daß sie durch Abziehen der überstehenden Würze möglichst verlustlos gewonnen werden konnte.

Heute aber gibt es wohl keine Lufthefenfabrik, die noch Absetzschiffe benützt und die nicht die lange Zeit, die früher das Absetzen der Hefe erforderte, auf 2 bis 3 Stunden für jede Gärung durch Benutzung von Zentrifugen abkürzt, die aus der vergorenen Würze die Hefe restlos, und zwar je feiner sie ist, desto besser, herausschleudern. Die so gewonnene Hefe läuft über einen Kühler zu den Pressen. Während nun früher die ganze vergorene Würzemenge auf mindestens 20° abgekühlt werden mußte, um die Hefe in den Ruhestand zu bringen, in dem sie sich gut absetzte, und somit große Wassermengen in Frage kamen, sind so nur die viel geringeren Hefenmengen zu kühlen, die aus den Zentrifugen kommen und meist nur $^1/_{10}$ des Würzevolumens ausmachen. Das Pressen der Hefe vollzieht sich wie beim alten Verfahren. Das Abbrennen der vergorenen Würze kann auf den gleichen Apparaten wie für Maische vorgenommen werden; meist sind nur die Dephlegmatoren und der Kochraum über dem obersten Boden der Würzekolonne etwas größer. Die Würzen sieden, wie alle klaren Flüssigkeiten, nicht so leicht wie z. B. die treberhaltigen Maischen, bei denen die Dampfblasenentwickelung

erleichtert ist und so gut wie kein Siedeverzug stattfindet. Dazu kommt, daß sie infolge des Gehaltes an unvergorenem Eiweiß beim Durchlaufen der Kolonne sehr schäumen, so daß speziell am obersten Boden der Kolonne, wo die vorgewärmte Maische eintritt, eine starke Schaumentwickelung stattfindet. Daran sind auch die kleinen, adsorbierten Kohlensäuremengen beteiligt, die nun plötzlich entweichen. Für Würzeapparate wird deshalb meist über dem obersten Boden der Kolonne ein größerer Raum frei gelassen, über dem das Geistrohr zur Rektifikationskolonne abzieht (zweiteiliger Apparat) oder die Dämpfe in die Siebkolonne und den Dephlegmator entweichen (einteiliger Apparat). Dieser muß auch etwas größer sein, wenn hochprozentige Ware gewonnen werden soll, weil die Würzen bei der modernen Arbeit nur noch sehr wenig Alkohol enthalten. Meist sind es nur 0,6 bis 1,0 Proz., so daß die Destillation eine sehr große Anreicherung der Dämpfe zu leisten hat, wenn 90 bis 96 volumprozentige Ware erhalten werden soll. Wir können demnach die Lufthefenfabrikation in folgende, einzelne Operationen zerlegen:

1. Die Vorbereitung der Rohmaterialien zur Maische;
2. Die Herstellung und Säurung der Maische;
3. Die Läuterung derselben;
4. Die Kühlung, Anstellung und Vergärung derselben;
5. Die Gewinnung der Hefe;
6. Die Gewinnung des Alkohols.

Wir werden nun diese Operationen der Reihe nach durchsprechen, und zwar unter der Annahme, daß Gerste als Grünmalz, Roggen, Mais und Malzkeime zur Verarbeitung gelangen. Die Verarbeitung von Kartoffeln und Melasse wird besonders besprochen und behandelt. Aber aus der obigen Aufstellung über die aufeinander folgenden Stufen der Fabrikation ergibt sich von selbst die zweckmäßige Anordnung der ihnen dienenden Geräte. Da jede vermiedene Pumpe einige Meter Rohrlänge weniger, also auch um so viel geringere Infektionsgefahr bedeutet, so sollten, wenn irgend angängig, die einzelnen Apparate so übereinander angeordnet sein, daß ihr Inhalt von selbst durch eigenes Gefälle in den nächstfolgenden Apparat entleert werden kann.

Ganz oben wären die Quetschen und darunter die Vormaischbottiche aufzustellen, die über den Läuterbottichen stehen. Diese wieder haben die Kühler und Gärbottiche unter sich. Gut wäre nun noch, wenn aus den Gärbottichen die vergorene Würze von selbst den Zentrifugen zulaufen könnte, was mit nicht allzu hohen Gebäuden von vier Stockwerken leicht zu machen ist.

4. Die einzelnen Stufen der Lufthefenfabrikation.

a) Die Vorbereitung der Rohstoffe für die Maische.

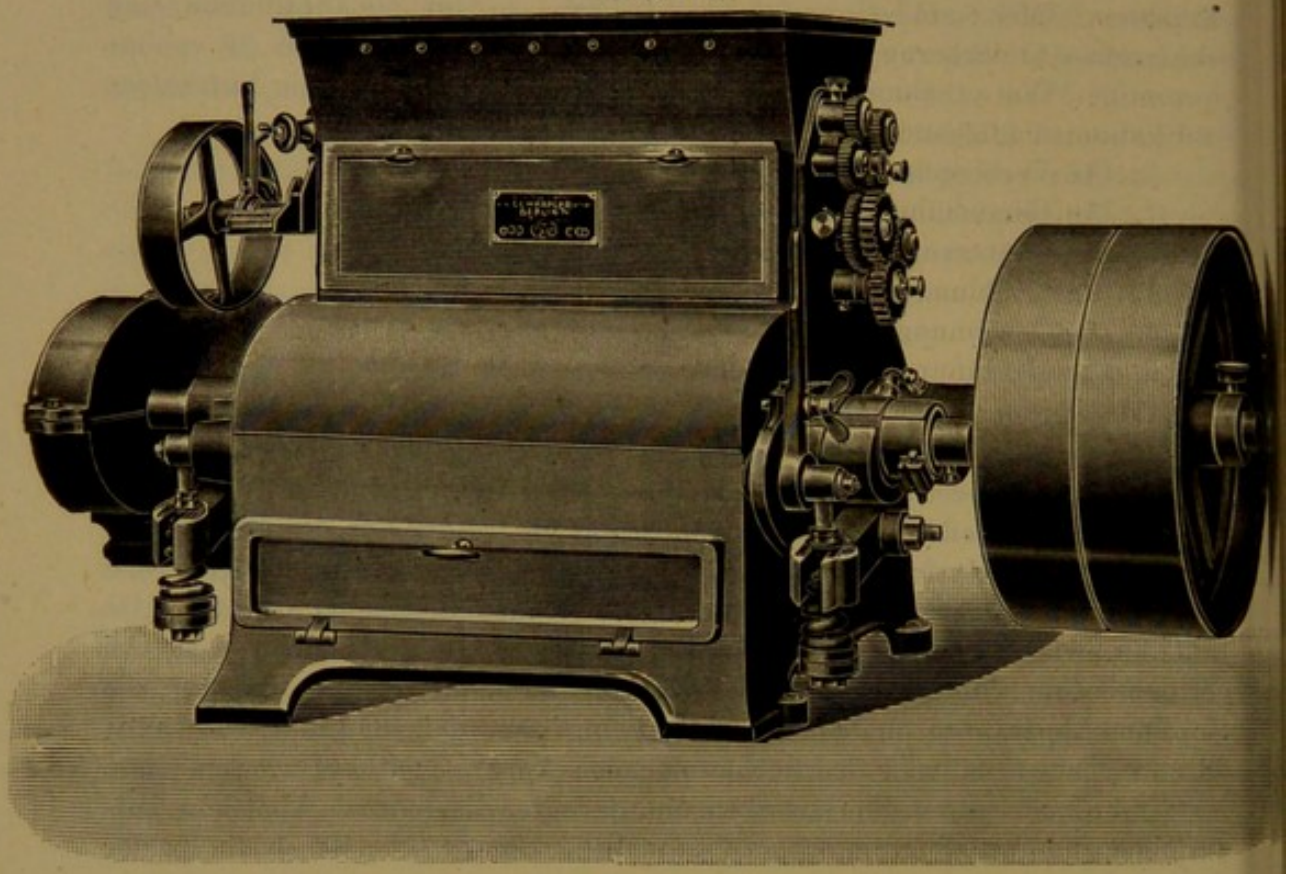
Wie bereits früher erwähnt, kommt unter den Rohstoffen neben Grünmalz und Roggen noch Mais in Frage, der nach einer der üblichen Methoden gedämpft wird, wie sie in dem betreffenden Kapitel bereits des näheren angegeben und besprochen worden sind. Nach des Verfassers Ansicht wäre die übliche und zweckmäßigste die der Dämpfung des Maises im ganzen Korn ohne weitere Vorbereitungen.

Mit Grünmalz und Roggen ist so zu verfahren, daß unter möglichster Schonung der Hülsen später bei der Maischung der Mehlkörper freigelegt wird.

Das geschieht durch die früher schon besprochenen Grünmalzquetschen, die aus zwei harten, gegeneinander laufenden Walzen bestehen, deren Oberflächen geriffelt sind, damit das Grünmalz mit seinem beträchtlichen Feuchtigkeitsgehalt leichter erfaßt wird.

Nachstehend sei in Fig. 216 noch eine Grünmalzquetsche der Firma C. G. W. Kapler A.-G., Berlin wiedergegeben. Bei dieser Quetsche wird die besondere Art der Speisung der Walzen sehr gelobt. Sie gestattet das Aufsetzen eines großen Holzschachtes auf die Quetsche, durch den ihr das Grünmalz in großer Menge zugeführt werden kann; denn die Speisevorrichtung bringt dasselbe trotzdem in feinem Regen den Walzen zu. Durch einen

Fig. 216.



Grünmalzquetsche mit besonderer Speisevorrichtung.

einzigen Stellhebel lassen sich die Walzen genauestens für jeden Feinheitsgrad der Quetschung einstellen.

Die Hülsen des Grünmalzes sind auch stark und elastisch genug, um durch die Riffelung nicht besonders beschädigt zu werden. Zu einer guten und zweckmäßigen Quetsche gehören nun verschiedene Eigenschaften, die wir hier des näheren besprechen wollen, weil sie teilweise ausschlaggebend auf die Art der Quetschung und mithin auch der Ausbeutung des Rohmaterials sind. Die Grünmalzquetsche muß eine gute Speisevorrichtung haben, die das infolge der Wurzelkeime zusammenhängende Quetschgut zerteilt und in möglichst gleichmäßigem Regen den Walzen zuführt. Diese Speisevorrichtung ist aber dann noch von Wichtigkeit, wenn das Grünmalz der Quetsche in großen Schächten von obenher zugeführt wird, so daß sie dem nachdrängenden Grünmalz durch gleichmäßige Zuleitung des ihr zunächst liegenden Grünmalzes zur Quetsche Platz schaffen muß. In kleinen Betrieben mag es angehen, daß das

Grünmalz sackweise der Quetsche zugetragen wird. Für mittlere und größere Betriebe ist die pneumatische Zufuhr des Grünmalzes (Fig. 53) aus der Mälzerei zur Quetsche, d. h. auf einen über ihr liegenden Boden zu empfehlen, von dem ein der Einfüllöffnung der Quetsche entsprechender Holzschacht zu dieser führt. In diesen wird dann das aus der Mälzerei angesaugte oder herübergepreßte Grünmalz zur Weiterbeförderung durch die Speisevorrichtung eingeschoben. Wo ein Raum für die Quetsche fehlt oder ihr Antrieb Schwierigkeit macht, wird sie vielfach umgangen, indem man in der Mälzerei (s. unter diesem Kapitel) die Bohmsche Naßschrotmühle (Fig. 75) aufstellt, die das eingeworfene Grünmalz mit dem zulaufenden Wasser je nach dessen Menge zu einem dünnen oder dickeren Brei verarbeitet und einer Pumpe zuführt, die den Naßschrot durch eine beliebig lange Leitung in den Vormaischbottich befördert. Dadurch fällt jeder Grünmalztransport weg, und man bezieht aus der Mälzerei den fertigen Grünmalzbrei für die Fabrikation. Nach den dem Verfasser gewordenen Mitteilungen und soweit seine eigene Erfahrung darüber reicht, sind diese Naßschrotmühlen gegen kleine Steinchen oder Eisenteilchen wenig empfindlich; die ersteren werden allmählich zerkleinert und verlassen so die Mühle; die Eisenteilchen verursachen, wenn sie zu groß sind, um von der Naßschrotmühle abgeschliffen zu werden, ein pfeifendes Geräusch, bei dessen Auftreten man die Mühle abstellt und den störenden Gegenstand durch das besonders hierfür eingerichtete Handloch herausholt.

Daß die Naßschrotmühle nicht wie die Quetschen durch Federung nachzugeben vermag, soll ein besonderer Vorteil sein, da sonst in diesem Augenblick, wie bei den Quetschen, ungequetschtes Malz die Mühle passieren könnte. Es ist einleuchtend, daß solche Verluste bei der Naßschrotmühle weniger leicht vorkommen können, weil bei ihren horizontal gegeneinander laufenden Mahlscheiben das Mahlgut länger der zerkleinernden Wirkung ausgesetzt ist als bei der Quetsche, wo das zu quetschende Gut nur an zwei Berührungslinien der Walzen getroffen wird.

Natürlich kann die Naßschrotmühle auch statt der Quetsche oben über dem Vormaischbottich (Fig. 76) aufgestellt werden und das pneumatisch aus der Mälzerei erhaltene Malz zur Weiterverarbeitung zugeführt erhalten. Statt der Bohmschen Naßschrotmühle wird da und dort vorgezogen, die Grünmalzquetsche in der Mälzerei aufzustellen und das gequetschte Malz mit Wasser einer Triplexpumpe zuzuführen, die es zum Vormaischbottich fortlaufend weiterbefördert. Diese Anordnung (Fig. 217 a. f. S.), die der Firma Strauch und Schmidt, Neiße O/S., geschützt ist, arbeitet auch sehr gut.

Wie wir aus der Beschreibung der Naßschrotmühle im Vergleich zur Quetsche gehört haben, berühren sich die zwei geriffelten Walzen, denen die Speisevorrichtung das Grünmalz trocken zuführt, immer nur in kleinen Bruchteilen einer Sekunde an zwei Berührungslinien und zerdrücken dort das gerade vorhandene Grünmalz. Arbeitet die Speisevorrichtung schlecht, dann kommen ungleiche Mengen von Quetschgut zwischen die Walzen, die sich, weil federnd gegeneinander gelagert, so weit öffnen, daß die größere Menge noch gequetscht wird. Dabei aber können daneben befindliche kleinere Mengen schlechter oder gar nicht gequetscht, hindurchfallen.

Die Speisevorrichtung muß demnach auch lang ausgewachsenes Malz feinstens zerteilen können, so daß es in gleichmäßigem Regen zu den Walzen kommt. Die beiden Walzen müssen aber durch eine leicht zugängliche und

bewegliche Verstellvorrichtung der einen Walze so zueinander eingestellt werden können, daß bei der stündlichen Leistung der Quetsche, für die sie bestellt ist, keine ungequetschten Körner mehr zu sehen sind. Das die Quetsche verlassende Grünmalz darf auch nicht zu Brei zermahlen herauskommen, sondern

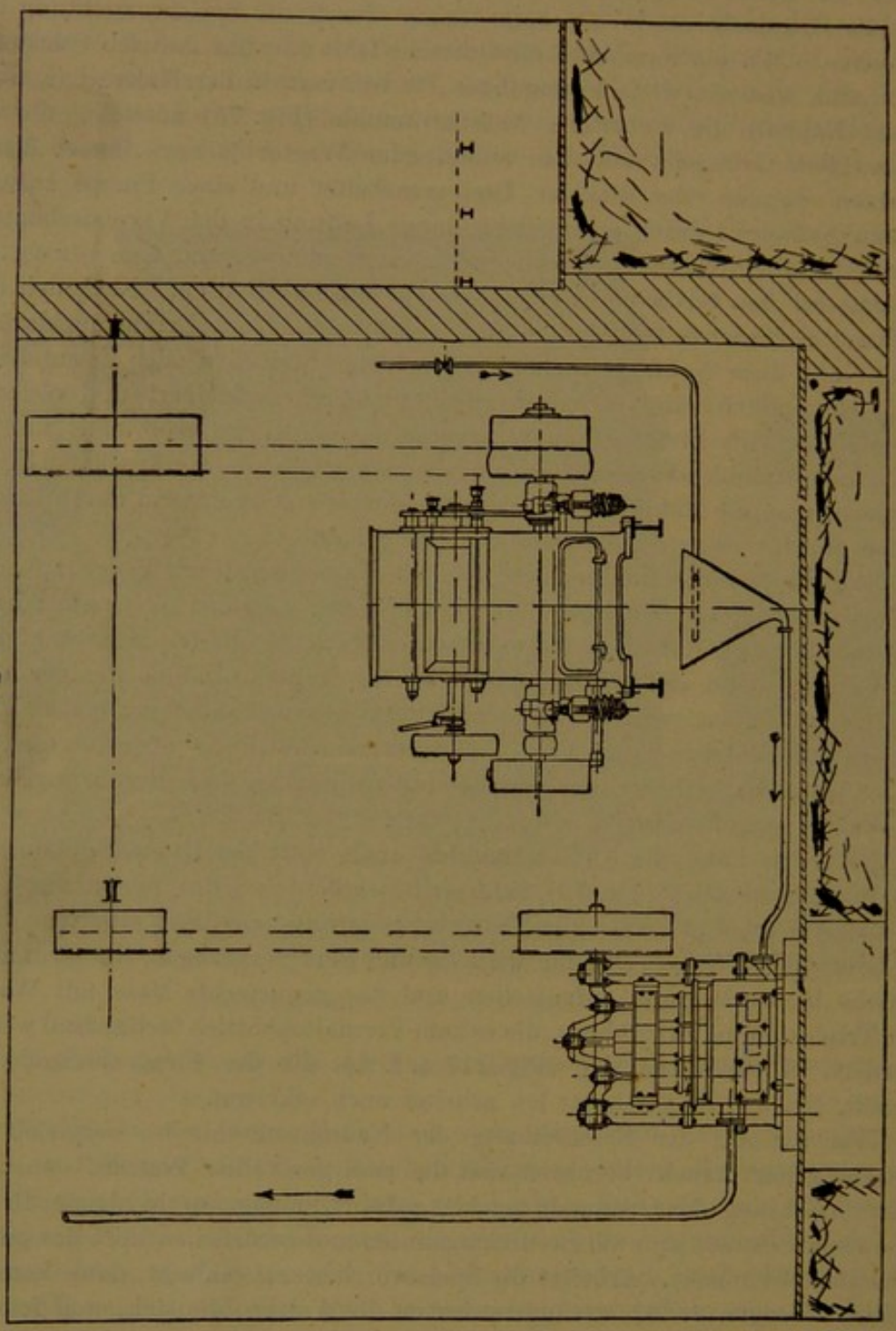


Fig. 217. Aufstellung eines Walzenstuhls mit Grünmalztransport.

soll die einzelnen Körner derart platt gedrückt aufweisen, daß um den Rand des aufgeschlitzten Spelzes der Mehlkörper herausgepreßt erscheint. Zugegeben sei, daß die Naßschrotmühle leichter Verluste vermeidet, die bei der Quetsche aber bei richtiger Konstruktion und Bedienung auch ausgeschaltet sind. Die Quetsche muß eben für verschieden große oder schwere Gerste jeweils anders

eingestellt werden, was sofort während des Betriebes der Quetsche durch die Verstellvorrichtung vorgenommen werden kann, wenn das Quetschgut zu fein oder zu grob herauskommt. Außerdem ist darauf zu achten, daß die beiden Walzen an ihrer ganzen Berührungslinie gleichen Abstand voneinander haben, da anderenfalls eine gleichmäßige Quetschung unmöglich ist.

Man erkennt das leicht, wenn man vor dem Betrieb von oben in die Quetsche sieht und unten gegen die Berührungslinie der Walzen ein Licht hält. Wir wissen also jetzt, daß die Grünmalzquetsche eine wirksame Speisevorrichtung und eine leicht zugängliche, handliche Verstellvorrichtung für die gefederte, beweglich gelagerte Walze haben muß. Ungleiche Federspannung auf beiden Seiten bewirkt auch ungleiches Quetschen, was zu beachten ist, wenn die Walzen nicht durchweg gleichmäßiges Quetschgut liefern. Die Sünden des Betriebs können also schon beim Quetschen des Grünmalzes anfangen; denn unzerquetschte Körner sind verlorenes Material, das im Maischprozeß nicht mehr zu gewinnen ist. Wird durchgehends mangelhaft gequetscht, dann können außer den direkten Verlusten durch gar nicht zerdrückte Körner Unannehmlichkeiten durch die ungenügend getroffenen Körner eintreten. Diese entziehen einen Teil oder die ganze Menge ihres Mehlkörpers der Verzuckerung und geben ihn erst beim Sterilisieren der Maische teilweise als verkleisterte Stärke noch ab; diese kann aber durch die Diastase, die infolge der hohen Sterilisierungstemperatur und der vorangegangenen Milchsäurung unwirksam gemacht ist, nicht mehr verzuckert werden. Ist die Sterilisierungstemperatur zur Verkleisterung nicht hoch genug, dann schlämmt sich die Stärke noch aus und verstopft die Treber.

Man sieht, welche wichtige Rolle die Grünmalzvorbereitung spielt, so einfach sie auch scheinen mag. Von Zeit zu Zeit werden die Walzen herausgenommen und frisch geriffelt.

Der Roggen wird in kleineren Betrieben auf der Grünmalzquetsche verarbeitet. Dann muß aber der Schieber bei der Speisevorrichtung und das Walzenpaar entsprechend verstellt werden, bis der Roggen richtig zerdrückt ist. Dadurch, daß der Roggen nur geweicht ist, also keine Wurzelkeime trägt, läuft er rascher und leichter gleichmäßig den Walzen zu. Deshalb ist für größere Betriebe neben der Grünmalzquetsche die Aufstellung einer Roggenquetsche dringend geboten, die dann beide gleichzeitig in Tätigkeit sind. Die Roggenquetschen haben glatte Walzen und einfache Speisevorrichtungen, da ja diese Frucht leichter Korn für Korn in feinem Regen den Walzen zufällt. Nehmen wir nun eine Maischung von zusammen 3000 kg an, die 50 Proz. Gerste als Grünmalz, 30 Proz. Mais, 10 Proz. Roggen und 10 Proz. Keime enthält, dann wären also die 1200 kg Gerste entsprechenden Kilogramm Grünmalz und 300 kg Roggen zu quetschen. Eine kleine Menge von etwa 100 kg Grünmalz quetscht man voraus, um sie für den Mais im Maischbottich zur Verfügung zu haben. Daß die Quetsche oder Naßschrotmühle und die Leitungen nach jeder Arbeit sauber zu reinigen sind und sich gut reinigen lassen müssen, sei nur ordnungshalber erwähnt. Der an den Walzen klebende Teil des Mehlkörpers mit etwas Hülsen wird ja durch Abstreifmesser abgenommen, so daß die Walzen stets mit blanker Fläche zur Arbeit kommen. Wenn jedoch diese „Messer“ nicht gut anliegen, so geht das Quetschen nicht. Die Walzen schmieren und legen sich immer mehr zu, so daß abgestellt werden muß. Für richtige Lage dieser Messer ist also auch Sorge zu tragen.

Grünmalz und Roggen fallen von der Quetsche aus auf eine Transportvorrichtung, die das Quetschgut zu den Vormaischbottichen weiterbefördert. Ist davon nur einer vorhanden, wie in kleineren Betrieben, dann befindet sich unter der Quetsche ein Blechtrichter, groß genug, um das Quetschgut aufzunehmen und durch ein senkrechtes oder etwas geneigtes Abfallrohr dem Vormaischer zuzuleiten. Bei zwei Vormaischbottichen läßt sich die Sache so ordnen, daß der erwähnte Blechtrichter an seiner Spitze nach zwei Seiten Rohre abzweigt, die, mit einfachem Schieber verschließbar, das Quetschgut dem einen oder anderen Bottich zuteilen. In größeren Betrieben aber wird unter der Quetsche oder den Quetschen (für Malz und Roggen) eine Vorrichtung anzubringen sein, die gestattet, das Quetschgut beliebig überallhin zu bringen.

Ausgeschlossen sind für diesen Zweck gewöhnliche Transportschnecken, wie sie für trocknes Material, z. B. Getreide, üblich und zweckmäßig sind. Hier aber würde für das gequetschte Maischgut dieses Transportmittel Zerreibung derweil feuchten, auch klebrigen Masse bedeuten, was nicht sein darf. Es können hier bloß zwei Vorrichtungen in Betracht kommen. Zunächst die sogenannten Transportbänder, die an beiden Enden über Rollen laufend, das Quetschgut mitnehmen und beim Umlauf um die eine Rolle in der Bewegungsrichtung abwerfen. Es müssen dann, wenn unterwegs Quetschgut entnommen werden soll, wegstellbare Abstreifer angebracht werden, die dasselbe aufhalten und seitlich herunterstreifen, wo es von einem zu dem Vormaischbottich führenden Trichterrohr aufgenommen wird. Für diese Fälle ist aber das einfachste die Schüttelrinne (Fig. 48). Diese trägt an ihren beiderseitigen Randerhöhungen schräg angenietete Lappen, auf denen Holzfedern festgeschraubt sind. Letztere sind mit ihrem anderen Ende auf eisernen Füßen befestigt, die auf dem Boden oder an der Decke angebracht sein können und dieselbe Neigung wie die Lappen an der Rinne haben. Die Transportrinne ist also leicht beweglich gelagert, so daß sie der kleine Exzenter mit seiner Stange, die an ihrer unteren Seite befestigt ist, nach vorn schräg nach oben stoßen und wieder zurücknehmen kann, was die Federn unterstützen. Diese Transportrinnen sind leicht überall anzubringen. Für jede einzelne Abnahmestelle wird eine Queröffnung vorgesehen, die, gewöhnlich mit Schieber verschlossen, nur geöffnet wird, wenn durch sie das Quetschgut in den betreffenden Vormaischer entleert werden soll. Man baut solche Transportrinnen in ziemlicher Länge, in der eine beliebige Anzahl von Schieberöffnungen angebracht werden kann.

Liegen die Vormaischbottiche nicht in einer Reihe, so wird z. B. am Ende der Rinne oder an einem bestimmten Schieber das Quetschgut auf eine andere, tiefer liegende Transportrinne entleert, die es weiter befördert. Diese Rinnen brauchen wenig Kraft, wenig Bedienung, sind leicht zu reinigen und beschädigen das Quetschgut in keiner Weise. Hier und da bricht eine Holzfeder, die schnell ersetzt werden kann. Die Masse in der Rinne wird bei jedem Hub des Exzenters fortgeschoben, indem sie wohl mit ihr in die Höhe geht, aber bei ihrem Rückgang in der Bewegung verbleibt (Beharrungsvermögen) und so bei den vielen Touren des Exzenters eine stetige Fortbewegung erleidet.

b) Die Herstellung der Maische.

α) Die theoretischen Vorgänge und Gesichtspunkte der Maischung. Was die Herstellung der Lufthefenmaische mit der der süßen Maische des alten Verfahrens gemeinsam hat, ist naturgemäß der Verzuckerungsvorgang mit seinen Begleiterscheinungen. Nun liegen aber die Verhältnisse insofern anders, als wir im Lüftungsverfahren eine nachwirkende Kraft der Diastase nicht zu erhoffen haben; sie fällt dem Werdegang der Fabrikation zum Opfer. Wir müssen deshalb im Maischprozeß höchstmögliche Maltosebildung und mit dieser einen entsprechenden Eiweißabbau anstreben, soweit er mit der Diastasewirkung parallel läuft. Es gilt also der Diastase-Peptase-Wirkung günstigste Arbeitsmöglichkeit zu verschaffen, d. h. in dünneren Konzentrationen zu arbeiten, in denen diese Enzyme leichter tätig sind. Dazu haben sich Zuckergehalte von 10 bis 14° Balling als günstig erwiesen. Wir müssen aber bei dem Maischprozeß den günstigen Verzuckerungsgrad, den wir brauchen, bei möglichster Erhaltung der mit in die Maische kommenden Hülsen für die Läuterung erreichen. Wir haben also hier keine so einfache Aufgabe wie im alten Verfahren, in dem die Hülsen wohl nicht ganz zu Pulver zerrieben, aber doch so fein zerschlissen sein können, daß man die Maische gehörig durcharbeiten und z. B. durch die enggestellten Mahlflächen der Bohmschen Maischmühle lange genug pumpen kann, um die kleinsten Knöllchen zu verteilen und der Diastase eine sehr große Arbeitsfläche zu bieten. Im Lüftungsverfahren aber scheidet jede derartige gewalttätige Behandlung der Maische aus; denn stark zerschlissene Hülsen bedeuten mangelhafte Läuterung, Verzögerung der Arbeit und damit Verluste an Zucker, Hefe und Alkohol. Deshalb muß hier auf die Unterstützung der Maischung durch solche, sonst sehr brauchbare Apparate, wie die Bohmsche Mühle verzichtet werden.

Selbst bei sehr weit gestellten Mahlflächen würde die Pumpentätigkeit einen zu kräftigen Angriff auf den Zustand der Hülsen bedeuten. Man vergesse ja nicht, daß die Bohmsche Pumpe am wirksamsten vor der Verzuckerung sein muß, zu einer Zeit, da die Reibung zwischen der Maischmühle und der noch dicken Maische am größten ist, so daß wohl intensive Maischung, aber nur mit Beschädigung der Hülsen einträte. Wir müssen also unser Ziel mit dem Vormaischbottich selbst und mit der Führung der Maischung erreichen. Der besseren Verzuckerung wegen werden deshalb Maischen geringerer Konzentration verwendet. Um die Hülsen von vornherein zu schonen, quetschen wir Grünmalz, Darrmalz und Roggen vorher geweicht so, daß eben gerade die Hülse gespalten ist und der Mehlkörper sich ringsum auspreßt.

Dem so vorbereiteten Material müssen wir in dem Vormaischbottich (Vormaischer) Gelegenheit geben, in bewegtem Wasser sich vollzusaugen, zu öffnen und den Mehlkörper freizugeben. Dieser muß sich dann im Wasser allmählich verteilen, wobei die Reibung zwischen dem bewegten Wasser, den schon ausgeschlämmten Hülsen und dem neukommenden Quetschgut bestens mithilft, ohne schädigend auf die Hülsen zu wirken. Durch die Verwendung des Grünmalzes und eventuell des geweichten Darrmalzes und Roggens ist ja der Mehlkörper schon in einem Zustand leichterer Verteilbarkeit im Wasser. Wir sehen, sowohl die Art der Vorbereitung der Rohstoffe als auch die geringere Konzentration der Maische geben uns die Möglichkeit, dem Ziele der Maischung

ohne Schädigung des zur Filtrierung (Läuterung) wertvollen Hülsenmaterials nahezukommen. Der Vormaischer (Vormaischbottich oder Vormaischapparat) muß also ein kräftig wirkendes Rührwerk besitzen, das eine gleichmäßige Durcharbeitung der Maischmasse gewährleisten und diesen Zweck aber ohne zu starke Wirkung auf die Hülsen erreichen soll. Zentrifugalrührwerke fallen hier von vornherein weg; sie würden die Hülsen sehr angreifen und bei der Beschaffenheit der Maische, die durch die ganzen Hülsen und Keime schwerer beweglich ist, trotzdem keine richtige Arbeit leisten können. Auch Wannenbottiche mit horizontaler Rührwerkswelle und senkrecht darauf sitzenden Rührwerksstäben oder -flügeln oder -schaufeln haben sich nicht so bewährt wie die schwach nach oben sich verjüngenden, runden Apparate. Die Wirkung ihrer Rührwerke, die aus einer senkrechten Achse mit horizontal darauf sitzenden, längeren oder kürzeren Flügeln bestehen, ist insofern nicht ganz gleichmäßig, als sie am Ende der Flügel, am Rand des Bottichs, stärker als nach innen zu ist. Es braucht jedoch bloß dafür gesorgt zu werden, daß ein steter Wechsel der Maischmasse von außen nach innen stattfindet, um die günstige Außenwirkung des Rührwerks der ganzen Maische allmählich mitzuteilen.

Das ist leicht ausführbar, wenn die Rührflügel so gewählt werden, daß sie nicht allein die Maische vor sich hertreiben, sondern durch eine gleichzeitige Aufwärtsbewegung ein stetes Auf- und Niederkommen der sich drehenden Maischmasse verursachen. Dabei werden die Enden der schräg gestellten Flügel infolge ihrer größeren Umfangsgeschwindigkeit die betroffene Maische am Rande in die Höhe werfen, wodurch eine Strömung von innen nach außen erzeugt wird. Es ist allerdings nicht so leicht, als es scheinen mag, einen Vormaischbottich für das Lüftungsverfahren zu konstruieren, da er vollständigste Aufschließungsarbeit bei schonendster Behandlung der Hülsen leisten muß. Eine gute Durchmischungstätigkeit des Rührwerks ist aber weiter vonnöten, wenn durch Einlassen von Dampf bestimmte Temperaturen erreicht werden sollen. Der einströmende Dampf muß schnellstens weggenommen und in die Maische verteilt werden können. Der möglichst rasche Ausgleich der Wirkung des Dampfes durch das Rührwerk soll vermeiden, daß eine, wenn auch nur kurz dauernde Überhitzung bestimmter Maischanteile und damit eine Schädigung der Diastase vorkommen kann. Darum ist auch die Art der Einströmung des Dampfes so zu wählen, daß sie an und für sich leicht verteilbar erfolgt, also nicht an einem Punkte oder einer Stelle des Bottichs, sondern so, daß schon eine große Masse Maische dabei bestrichen wird. Ob direkter Dampf der Arbeit mit indirektem vorzuziehen ist, ist theoretisch nicht zu entscheiden; denn auf beide Arten ist der Zweck erreichbar. Doch sprechen Gründe der praktischen Erwägung für die Erhitzung mit direktem Dampf, die eine kleine Bewegung der Maische und eine Ersparnis zur Folge hat, da die Wärmeabgabe an die Maische eine vollständige ist.

Man kann ja, wie es häufig geschieht, beide Kochvorrichtungen vorsehen und vielleicht zur Erreichung kleiner Temperaturerhöhungen indirekten Dampf wählen, was aber keinen besonderen Vorteil bietet, weil dabei zum Schluß der Dampfinhalt des Kupferrohres berücksichtigt werden muß, der nach Schließen des Ventils noch Wärme abzugeben imstande ist. Die Arbeit mit direktem Dampf ist sicher sparsamer bei gleicher Wirkung und deshalb vorzuziehen. Die Anwärmung mit indirektem Dampf, die dann durch die

Kühlschlange erfolgt, hätte nur den Vorteil, daß die Einströmungsöffnungen oder -Rohre für den direkten Dampf wegfielen und der Vormaischerraum um das allerdings kaum nennenswerte Volumen dieser Vorrichtungen befreit würde.

Die Kühlwirkung der im Vormaischer anzubringenden Schlange ist natürlich so zu wählen, daß sie intensiv und sparsam zu gleicher Zeit ist, also in kurzer Zeit mit wenig Wasserverbrauch die niederen Temperaturen erreichen läßt.

Sie muß bei alledem so angebracht und konstruiert sein, daß sie der Maischbewegung nicht im mindesten im Wege steht. Die Kühlschlange oder die Kühlrohre dürfen demnach nicht etwa in der Nähe des Bodens und der Wände so angebracht sein, daß die vorwärts, in die Höhe und zur Mitte geworfene Maische Widerstand fände. Im übrigen muß die ganze im Innern angebrachte Armatur in allen Teilen leicht übersichtlich und zu reinigen sein.

Auch die Entleerung des Vormaischers muß sich leicht bewerkstelligen lassen, so daß die zum Läutern kommende Maische ohne viel Zutun weiterläuft, weshalb auch der unterste Rührflügel mit seiner Unterkante möglichst nahe dem Boden sich bewegen muß, um bis auf kleine Reste die Maische dem Auslauf zuzuschieben. Je leichter das Rührwerk bei gleich guter Wirkung arbeitet, desto besser und sparsamer ist der hierfür in Betracht kommende Kraftverbrauch. Die Lagerung der Rührwerksachse in Kugellagern und die der Antriebswelle in Ringschmierlagern ist für heutige Begriffe deshalb unerläßlich, weil sie neben der Ölersparnis jede Verunreinigung des Deckels oder der Maische vermeidet. Die bei Maisverarbeitung auftretenden Dämpfe müssen durch einen Dunstabzug gut weggezogen werden können, was sehr zur Kühlung der Maische beiträgt und verhindert, daß durch die heißen Dämpfe direkt oder bei ihrer Kondensation indirekt eine stärkere Oberflächenerhitzung der Maische eintritt. Der eingeblasene Mais wird auch zweckmäßigerweise, ehe er in die Maische gelangt, etwas zerteilt, weil er dabei einen Teil seiner Wärme abgibt und sich leichter mit der Maische vermengt. Dagegen ruft er leicht Verbrühung an der Maische hervor, wenn er in dickem Strahl in sie einfällt. Was nun das Material anlangt, aus dem die Vormaischer zu erstellen sind, so darf nicht vergessen werden, daß im neuen Verfahren die Maische einen Säurungsprozeß durchmacht, also vor allzugroßer Abkühlung geschützt sein muß. Wenngleich auch das Eisen wegen der Säurung als nicht so gefährlich zu betrachten ist — das Rührwerk ist ja stets von Eisen gewesen —, so ist es doch nicht leicht, einen eisernen Bottich dauernd so zu isolieren, daß er vor Abkühlung geschützt und gleichzeitig seine Isolation gegen Wasser, Dämpfe und Erschütterungen unempfindlich ist. Wer die Empfindlichkeit aller Isolierungen gegen kleine, äußere Einwirkungen kennt, wird dem Verfasser Recht geben. Die Anfertigung von Eisenbottichen mit einer Doppelwandung, deren Luftschicht isolieren soll oder deren Zwischenraum mit Isoliermaterial auszufüllen ist, hat sich als nicht besonders zweckmäßig erwiesen. Die geringste Undichtigkeit der Innenwand ermöglicht ein Durchsickern von Maische in den Zwischenraum, was kaum oder nicht rechtzeitig zu sehen ist und daher eine starke Infektionsgefahr bedeutet. Der Verfasser möchte deshalb durchaus Vormaischer aus Holz empfehlen, und zwar als Ergebnis langjähriger Erfahrung solche aus Eichenholz. Alle unsere harzreichen Hölzer versagen hier und unterliegen bald der dauernden Einwirkung der Wärme, die ihren konservierenden Harzgehalt verdrängt, so daß in 4 bis 5 Jahren

ein Ersatz nötig wird. Das Eichenholz hält sich bei diesen Temperaturen viel länger. Die Furcht vor seinem Gerbstoffgehalt ist unbegründet. Soweit dieser von der Oberfläche aus in die Maische gelangen könnte, ist er leicht durch Auslaugen des Bottichs mit 1- bis 2 proz. Sodalösung und danach mit 1 proz. Schwefelsäure auszuschalten. Es genügt ein Anwärmen beider Flüssigkeiten auf die Sterilisierungstemperatur, also auf etwa 70°, und ein Stehenlassen derselben während einiger Stunden im neuen Bottich, damit man ihn ohne Gefahr für die Farbe der Hefe in Betrieb nehmen kann. Nach dem Auslaugen mit der Soda- und Schwefelsäurelösung gibt man nochmals reines Wasser zu und erhitzt auf 65 bis 70°. Der Verfasser hat so vorbereitete Eichenholzbottiche ohne die geringste Spur einer Einwirkung der Gerbsäure auf die aus der betreffenden Maische gewonnene Hefe in Betrieb genommen. Zu Vormaischbottichen sollte nur Eichenholz genommen werden, das sehr widerstandsfähig ist und einen gut isolierenden Mantel und Boden abgibt. Bei der Wahl der Form des Bottichs ist außer der schwach konischen noch darauf zu sehen, daß Durchmesser und Höhe in dem richtigen Verhältnis stehen, um eine möglichst langsame Wärmeabgabe und gleichmäßige Durchsäurung der Maische zu gewährleisten. Jedenfalls sind hohe Bottiche, die fast gleiche Höhe und Durchmesser haben, direkt zu verwerfen, weil sie der Säurung wegen der ungenügend gleichmäßigen Abkühlung der Masse Schwierigkeit bereiten, die im Innern stets noch Zonen mit den ursprünglichen Temperaturen enthält. Außerdem muten sie dem Rührwerk unnötige Arbeit zu. Am besten haben sich Vormaischbottiche erwiesen, deren Durchmesser etwa das Doppelte der Höhe betrug.

Man wird ja manchmal, um räumlichen Verhältnissen entgegenzukommen, davon abweichen und den Durchmesser kleiner und die Höhe größer nehmen müssen. Unter Umständen muß man den Durchmesser größer nehmen, um durch die geringere Höhe z. B. noch das genügende Aufklappen der Deckel zu ermöglichen. Jedenfalls sollte aber das Verhältnis Durchmesser zu Höhe nicht anders sein, als daß es sich in Zahlen ausgedrückt, zwischen 2,4 : 1 und 1,7 : 1 bewegt. Die Mittelzahlen 2 : 1 bis zum Verhältnis 2,2 : 1 sind nach der Erfahrung des Verfassers die besten. Man kann mit der Wahl dieser Größenverhältnisse auf die Lage der Vormaischbottiche Rücksicht nehmen. Sind sie im oberen Teil des Raumes, also geschützter untergebracht, dann kann mehr zwischen 1,7 bis 2 : 1 gewählt werden; stehen die Vormaischbottiche auf dem Boden des Raumes oder reichen sie durch die Decke hindurch, dann paßt — dem kälteren Luftraum entsprechend, der sie umgibt — besser die Form des Verhältnisses 2,0 bis 2,3 : 1.

Da man früher mit Maischen von 13 bis 14° Balling, heute mit solchen von 11° Balling etwa arbeitet, so müßte ein Vormaischbottich für 3000 kg Maischung rund 21 000 Liter Inhalt haben. Diesem entsprechen innerhalb der Verhältniszahlen des Durchmessers zur Höhe von 2,3 bis 1,8 : 1 die Durchmesser von 4000 und 3700 mm und die Höhen von 1700 und 2000 mm. Wo der Vormaischer z. B. warm steht, wäre derselbe mit der kleineren Höhe und, am Boden aufgestellt gedacht, mit größerer Höhe zu wählen. Was die Umdrehungszahl des Rührwerks anlangt, so ist sie abhängig von der Größe des Bottichs, von dessen Verhältnis Durchmesser zur Höhe und von der Höhe der zu maischenden Masse. Bei normalen Größenverhältnissen und Vormaischbottichen von etwa 20 000 Liter Inhalt machen die Rührwerke etwa 30 bis

35 Umdrehungen in der Minute. Wie gesagt, ist diese Zahl keine feststehende Größe, sondern abhängig von dem Bau des Rührwerks und der Größe des Bottichs. Bei zu geringer Tourenzahl ist die Maischwirkung, selbst mit dem besten Rührwerk ungenügend; bei zu hoher Tourenzahl eigentlich auch, weil dann die Masse nur in einer Richtung durch den Bottich geschoben oder besser geschleudert wird. Die Spezialfabriken haben hier Erfahrungszahlen, die allen Verhältnissen Rechnung tragen. Nicht unwichtig ist es, die Bottichgröße so zu wählen, daß nur ein so großer Raum über der fertigen Maische frei bleibt, damit man sie noch gut durchmaischen kann, ohne daß sie über den Rand spritzt. Dies dürfte bei $^1/_6$ Leerraum des mit Maische befüllten Bottichs der Fall sein. Ein zu großer leerer Raum über der Maische bis zum Deckel ist wegen der dann starken Oberflächenabkühlung unzweckmäßig.

Die Deckel des Vormaischers müssen leicht zu handhaben sein und gut schließen; ebenso muß der Dunstabzugskanal gut abschließbar sein, da sonst eine Luftventilation und dadurch eine Abkühlung der Maische einträte. Die Reinigung der Bottiche erfolgt am besten mit Bürste und Wasser mit nachfolgendem kurzen Ausdämpfen, wobei auch die Dampfeinströmung kontrolliert werden kann.

Was nun die theoretischen Vorgänge der Maischung anlangt, so gelten für sie natürlich die gleichen wissenschaftlichen Grundlagen wie für alle diese Maischprozesse. Im Gegensatz aber zur süßen Maische des alten Verfahrens muß die Maische des Lüftungsverfahrens einen Säurungsprozeß durchmachen. Während im alten Verfahren durch die Satzmaischen genügend Milchsäure und abgebautes Eiweiß in die süße Maische kommen, die nicht selbst gesäuert werden kann, weil dadurch die Diastase für die Nachgärung beschädigt würde, steht im Lüftungsverfahren nur die Hauptmaische mit dem Eiweißgehalt zur Verfügung, der neben der Wirkung der Diastase durch die der Malzpeptase zu erzielen ist, aber durchaus nicht genügt, wenn man gute und triebkräftige Hefe haben will. Da eine nachwirkende Kraft der Diastase des Malzes in der vergorenen oder vergärenden Würze bei der kurzen Dauer der Gärung nicht in Frage kommt, und eine Nachgärung infolgedessen wegfällt, so ist nur die Möglichkeit gegeben, nach möglichst guter Verzuckerung die Maische der Milchsäurebildung zu unterwerfen.

Mit der Frage, wie erhalten wir die beste Verzuckerung, hängt die weitere zusammen, in welcher Reihenfolge geben wir die Rohstoffe zu, wenn z. B. Gerste, Roggen, Mais und Keime genommen werden. Zweifellos ist es das einzig Richtige, den Mais zuerst in das Maischwasser zu drücken, dem etwas (100 kg, s. oben, für 3000 kg Maischung) Grünmalz zugegeben wird. Der gedämpfte Mais wird durch die aus dem Grünmalz stammende Diastase in dem Maße der Erwärmung des Maischwassers schon enzymatisch angegriffen. Wenn er richtig gekocht war, so daß eine Probe nur die leeren Maishülsen aufweist, so verteilt er sich aber auch sehr fein und leicht in dieser Wassermenge. Um sogleich und für späterhin eine für die Diastase günstige, schwachsaure Reaktion zu schaffen, wird ins Maischwasser etwas Schwefelsäure gegeben, von der nur ein kleiner Teil durch den im Wasser vorhandenen kohlensauren Kalk und durch verschiedene Salze der Rohstoffe gebunden wird. Von der Verwendung der Malzkeime und von der Verschiedenheit der Meinungen über den richtigen Zeitpunkt ihrer Zugabe war früher schon kurz die Rede. Seitdem man sie als Maischmaterial betrachtet, ist die Frage aber ziemlich

geklärt. Man könnte die Keime z. B. zugeben, wenn das übrige Maischmaterial, wie Gerste und Roggen, zugemaischt wird.

Aber der Verfasser bemerkte weiter oben schon, daß die Keime sehr viel Feuchtigkeit aufsaugen, und zwar um so schneller, je heißer die Flüssigkeit ist. In letzterem Falle ist die Quellung der äußeren Schicht der Malzkeime so groß, daß die Flüssigkeit und die Temperatur schwer ins Innere dringt. Es ist deshalb sehr zweckmäßig, die Malzkeime mit der kleinen Grünmalzgabe ins Maischwasser zu geben, das schwach mit Schwefelsäure angesäuert ist. Sie verarbeiten sich so gleichmäßiger und kommen mit ihrem Gehalt an unerwünschten Spaltpilzen sicherer unter die Wirkung der Temperatur der Verzuckerung. Auch haben so ihre löslichen und nicht direkt löslichen Bestandteile bessere Gelegenheit zur Aufschließung während des Maischprozesses.

Man gibt also die Keime zugleich mit der kleinen Menge Grünmalz in das schwach saure Maischwasser, und zwar möglichst einige Zeit vor dem Eindrücken des Maises, damit die Diastase sich auslaugen kann. Diese Absicht fördert man durch zeitweises Bewegen des Rührwerks, das auch der Durchweichung der Keime zugute kommt. Bei den heute üblichen dünnen Maischen kann man sowohl zum Maiskochen als auch zur Aufnahme des gekochten Maises in den Vormaischbottich genügend Wasser nehmen. Das Eindrücken des Maises hat zweckmäßigerweise so zu erfolgen, daß nach Beendigung desselben eine Abkühlung der Masse zum Einquetschen von Gerste und Roggen vermieden, also die Einmaischtemperatur gerade etwa erreicht wird. Dies gelingt mit einiger Übung leicht, wenn das Ausblasen des Maises aus dem Dämpfer langsam vollzogen und dafür gesorgt wird, daß gleichzeitig ein Exhaustor den entstehenden Dunst im Vormaischer kräftig abzieht und dafür kalte Luft einsaugt.

Man könnte natürlich die Temperatur auch auf 60 bis 65° kommen lassen, aber ohne Nutzen daraus zu ziehen; außerdem müßte die Maische wieder zur Aufnahme des Quetschgutes auf etwa $52^1/_2{}^0$ abgekühlt werden. Ist der Mais im Vormaischbottich, dann wird er bei richtiger Regulierung der Arbeit das Maischwasser gerade auf $52^1/_2{}^0$ gebracht haben, so daß gleich darauf das Grünmalz und der Roggen hineingequetscht werden können. Wenn nur eine Quetsche vorhanden ist, so gibt man zuerst das Grünmalz und dann den Roggen zu, andernfalls besser beide gleichzeitig. Ist das Quetschen erledigt, dann ist zu empfehlen, etwa $^1/_2$ Stunde bei $52^1/_2{}^0$ zu peptonisieren, ehe zur Verzuckerung aufgekocht wird; das hat auch den Vorteil, daß die zuletzt eingequetschten Teile sich aufschließen können, ehe man zur Verzuckerung schreitet. Erfahrungsgemäß ist eine sogenannte Peptonisierung durchaus anzuraten und von Vorteil, während ein direktes Aufkochen zur Verzuckerung wohl diese, aber nicht den gleichen Eiweißabbau bringt. Was nun die Verzuckerungstemperatur anlangt, so ist diese von der Güte des Malzes und der Art der folgenden Säurung abhängig. Das Optimum der Diastase liegt ja tiefer als die Temperaturen, die praktisch die Verzuckerung und Schwächung der Mikroorganismen bringen. Während nun viele Betriebe mit Aussaat arbeiten, indem sie täglich neue Milchsäurereinkultur als Erreger der verzuckerten Maische zugeben, machen es viele Betriebe so, daß sie täglich vor der Sterilisierung zum Läutern aus den gesäuerten Maischen eine gewisse Menge entnehmen, schnell abkühlen und davon den neuen verzuckerten Maischen 1 bis 3 Liter für 1000 kg Maischmaterial als Aussaat zugeben. Eine

große Zahl von Fabriken, und darunter viele Großbetriebe, arbeiten ohne Aussaat und züchten die Milchsäure mit den auf dem Grünmalz und Roggen in die Maische gelangten Milchsäurebazillen, und, wie Verfasser aus eigener Erfahrung weiß, mit gleichem Erfolg wie bei direkter Aussaat von Milchsäurebildnern. Dem Verfasser sind Betriebe bekannt, die besonders schöne und gute Hefe in großer Ausbeute ziehen, ohne Aussaat von Milchsäurestäbchen, also mit spontaner Säurung der Maischen.

Wo Aussaat gepflegt wird, ist man in bezug auf die Wahl der Verzuckerungstemperatur insofern besser daran, als man auf die Milchsäurebazillen der Maische keine Rücksicht zu nehmen hat, also auch etwas höhere Verzuckerungstemperaturen etwa bis $63^3/_4{}^0$ nehmen kann. Wo spontane Säurung geübt wird, geht man zweckmäßig mit der Verzuckerung nicht über $62^1{}_2{}^0$ hinaus. Man hat dabei den Vorteil, daß das Eiweiß besser geschont wird, was sich in der Säurung und der Ausbeute zeigt. Im übrigen hat man es in der Hand, die Verzuckerungstemperatur durch die Dauer der Verzuckerung zu unterstützen.

Überhaupt gilt für Lufthefenmaischen der wichtige Grundsatz: Dehne die Dauer der Verzuckerung aus, bis tatsächlich beste Arbeit geleistet ist. Wird dabei auch nur die Temperatur von $62^1/_2{}^0$ gewählt und etwa 4 bis 5 Stunden innegehalten, dann ist die Schwächung der feindlichen Mikroorganismen weitgehend genug, oder besser gesagt, völlig genügend. Nie eine Maische zur Säurung nehmen, die nicht sehr gut verzuckert ist. Die Säurung verläuft dann auch im besten Sinne des Wortes rein. Der Verfasser hat selbst mit großem Erfolg, auch wenn die Jodreaktion gute Verzuckerung anzeigte, noch 1 bis 2 Stunden verzuckern lassen. Man kann also mit Vorteil deren Dauer auf mehrere Stunden ausdehnen. Es sind jedenfalls noch Abbauprozesse, die vor sich gehen, wenn auch die Jodreaktion die Verzuckerung als beendet erscheinen läßt. Ganz gleich also, wie hoch verzuckert wird, ob mit $62^1/_2$ oder $63^3/_4{}^0$, ob besonders gutes oder nur ein mittelmäßiges Grünmalz vorliegt, die Verlängerung der Verzuckerungsdauer über die übliche Zeit hinaus ist ein großer Vorteil und sollte nicht wegen der schon verschwundenen Jodreaktion oder aus Stolz auf das gute Malz unterlassen werden. Tatsache ist, daß die Verlängerung der Verzuckerung für die Gärung Werte schafft, die mit dem Verschwinden der Jodreaktion noch nicht in der Maische vorhanden sind. Diese Ausdehnung der Verzuckerungsdauer — man muß dann etwa alle Stunde wieder auf $62^1/_2{}^0$ aufwärmen — wirkt aber, wie gesagt, auch lähmend auf die vorhandenen fremden Erreger, so daß auch ohne Milchsäureaussaat nur die reine Milchsäure bildenden Stäbchen zur Entwickelung gelangen. Besonders wichtig ist sehr gute Verzuckerung gerade für die Maischen, die mit Milchsäurebazillen geimpft und deshalb auf etwa 55^0 abgekühlt werden. Eine Nachverzuckerung ist da nicht mehr möglich. Denn in diesem Falle setzt gleich die Säurebildung ein und lähmt die Diastase, so daß sie, wenn auch nach einigen Stunden erwärmt wird, um die Säurebildung zu verlangsamen, nichts mehr nützt. Wird mit Aussaat gearbeitet, dann kühlen nämlich einige Betriebe sofort nach der Verzuckerung auf 55^0 ab, lassen nach Zugabe der Milchsäurereinkultur oder der sauren Maische etwa vier Stunden stehen und wärmen dann auf $57^1/_2$ bis $58^3/_4{}^0$ auf, je nachdem man in der bekannten oder möglichen Säurungszeit mehr oder weniger Säure erhalten will. In den vier Stunden Säurung bildet sich etwa 0,1 Proz. (genau 0,09 Proz.)

Milchsäure gleich etwa 1 ccm Natronlauge pro 100 ccm Maische; wird nun auf obengenannte Temperaturen aufgewärmt, dann wird die begonnene Arbeit der Bazillen verlangsamt und kann so auf einen bestimmten Endsäuregrad nach der Säurungszeit reguliert werden. Nach des Verfassers Meinung und Erfahrung ist diese Arbeit mindestens keine Verbesserung, abgesehen von dem Wasserverbrauch zum Abkühlen auf 55° und dem wenn auch geringen Dampfverbrauch zum Aufwärmen auf $57^1/_2$ bis $58^3/_4{}^0$ nach vier Stunden.

Der Verfasser hält es für viel besser und zweckmäßiger, die Maische nach reichlich langer Verzuckerung nur so weit abzukühlen, daß nach 12 bis 16 Stunden durch die langsame Abkühlung der Maische selbst der gewünschte Säuregrad vorhanden ist. Bei Maischen aus 3000 kg Rohmaterial, die einem Maischvolumen von etwa 17 000 bis 18 000 Litern einschließlich der Treber entsprechen, genügt je nach der Temperatur des Raumes ein Abkühlen auf $58^3/_4$ bis $57^1/_2{}^0$, damit in 15 bis 16 Stunden der gewünschte Säuregrad erzielt wird. Soll dieser in 12 Stunden schon erreicht sein, dann ist natürlich auf $57^1/_2{}^0$ etwa abzukühlen. Die Wahl der Säurungstemperatur ist auch abhängig von der Menge der Aussaat, wenn solche gegeben wird. In diesem Falle sollte die Verzuckerungstemperatur von $63^3/_4{}^0$ gewählt werden, welche die bereits vorhandenen Milchsäurebildner schwächt und so denen der Aussaat die Alleinherrschaft sichert. Die saure Maische oder jede andere Aussaat setzt man nach des Verfassers Erfahrung zweckmäßig nicht erst kurz vor Errreichung der Endtemperatur, mit der die Maische der Säurung überlassen wird, sondern schon bei 61 bis 62° zu (s. oben unter Hefensatzbereitung, betr. Zugabe der Aussaat der sauren Maische vor der Abmaischung des frischen Hefengutes). Die kurze Zeit, während der die Aussaat so zu Beginn der Kühlung noch in der höheren Temperatur der Maische sich befindet, wirkt noch auslesend auf die Milchsäurebildner und überläßt so die Säurung nur den ganz kräftigen Stäbchen. Die für die Hefenindustrie günstigen Bazillen der Milchsäurebildung sind thermophil und ertragen ganz gut vorübergehend die Temperaturen von $57^1/_2$ bis 63°, zumal sie schon bei $57^1/_2{}^0$ ihre Tätigkeit beginnen. Wo ohne Aussaat gearbeitet wird, verzuckert man nur bei $62^1/_2{}^0$, aber mindestens 3 bis 4 Stunden lang, wenn auch die Jodreaktion der Maische schon früher verschwunden ist. Nun kühlt man auf $58^3/_4$ bis $57^1/_2{}^0$ ab, je nach der Größe des Vormaischbottichs, der Temperatur im Raume und dem gewünschten Säuregrad, der nicht zu niedrig zu bemessen ist, bedeutet doch reine Milchsäurebildung immer auch Eiweißabbau. Da aber hier die ganze Maische gesäuert wird, so braucht man natürlich nicht so hoch wie in den Hefensätzen zu gehen, die die Säure für die Hauptmaische zu liefern haben. Man kann wohl sagen, daß ein Säuregrad von etwa 6° pro 100 ccm in der gesäuerten, gut gemischten und sterilisierten Maische zweckmäßig und vorteilhaft ist. Dabei muß in Betracht gezogen werden, daß schon während des Maischprozesses bis zur Verzuckerung die Maische eine zunehmende saure Reaktion zeigt, die bei der Peptonisierungstemperatur von $52^1/_2{}^0$ schon etwa 1 bis 1,5 ccm Natronlauge entsprechen kann. Sie rührt von der zugesetzten Schwefelsäure (33ccm auf 100 kg Einmaischung), von sauren Salzen der Rohstoffe und geringen Mengen gebildeter Milchsäure her.

Bis zur beginnenden Verzuckerung bei $62^1/_2$ bis $63^3/_4{}^0$ nimmt die Säurereaktion meist noch um 0,3° zu, so daß die verzuckerte Maische meist 1,5 bis 1,8° Säure in 100 ccm anzeigt. Die Zunahme der Säure durch Milchsäure-

bildung bis zum gewünschten Säuregrade ist also von diesem Säuregrade der süßen Maische an zu rechnen; für den gewünschten Endsäuregrad der Maische aber ist er mit in Betracht zu ziehen. Diesen wählt man wie bemerkt am günstigsten bei 6° für die Maische, ehe sie zum Läutern kommt. Nicht einerlei ist nun, ob diese Säuremenge in kürzerer oder längerer Zeit gewonnen wird. Im allgemeinen gilt hier der Grundsatz, den der Verfasser auch bei der Hefensatzsäurung aussprach, daß die gleiche Säuremenge, langsam gewonnen, viel bessere Arbeit für die Gärung bedeutet, als wenn sie z. B. durch starke Abkühlung in kurzer Zeit erreicht wird. Der Verfasser hat das in einzelnen Versuchen im Großen festgestellt, indem er bei gleicher Aussaat oder ohne Aussaat, aber sonst völlig gleicher Arbeit die Anfangstemperatur der Säurung zwischen $52^1/_2$ bis $57^1/_2{}^0$ wählte und die Säurung unterbrach, wenn die gleiche Säuremenge gebildet war. Bei $52^1/_2{}^0$ Anfangstemperatur z. B. genügten 6 Stunden zum gleichen Säuregrad, während bei $57^1/_2{}^0$ dazu 15 Stunden nötig waren. Im ersten Falle (es wurden ja die dazwischen liegenden Temperaturen auch probiert) waren die Stäbchen in sehr langen Fäden vorhanden, in den Fällen wärmerer Anfangstemperatur behielten und zeigten sie die normalen Formen. Aber je niederer und rascher dann die Säurung verlief, desto weniger war der gewohnte Eiweißabbau vorhanden, desto trüber blieben die Probebilder unter dem Mikroskop, während bei langsam verlaufener Säurung bei gleicher Säuremenge eine völlige Klärung der gesäuerten Maische stattgefunden hatte; die das Bild anfänglich trübenden, schleierartigen und Bakterienhaufen ähnlichen Gebilde waren verschwunden. Die rasch gewonnene gleiche Säuremenge ergab viel weniger Hefe mit geringerer Triebkraft und etwas mehr Spiritus; die Maischen mit der in 15 Stunden gewonnenen gleichen Säuremenge erbrachten sehr gute Ausbeute an Spiritus und Hefe, welch letztere außerdem größere Triebkraft aufwies. Man kann also sicher behaupten, daß die Säurezeit ein ausschlaggebender Faktor der Säurung überhaupt ist und daß sie nicht zu kurz, nicht unter 12 Stunden gewählt werden darf, wenn normale Arbeit die Folge sein soll. Der Verfasser möchte sogar die Zahl der Stunden, in der der Säuregrad von 6° zu erreichen ist, auf 15 festgelegt wissen.

Sehr wichtig ist, daß der Säuregrad am Ende der Säurung auch wirklich den Durchschnittssäuregrad der Maische darstellt, d. h. angibt, daß die Maische in ihrer ganzen Masse gleichmäßig so weit gesäuert hat. Wenn unaufmerksam gearbeitet wird, kann doch z. B. der Fall eintreten, daß am Rande und am Boden stark, jedoch in einer größeren, mittleren Zone gar nicht gesäuert ist. Der Säuregrad ist dann nur der Mittelwert einer Mischung von stark gesäuerter und ungesäuerter Maische, die in bestimmten Teilen nicht der eiweißabbauenden Wirkung der Bazillen unterlegen war und somit eine Masse kaum abgebauten Eiweißes in die Würze bringt, was eine Ursache zur Flockung abgeben kann. Deshalb ist das Durchrühren der säuernden Maische, von dem weiter unten die Rede ist, sehr zu empfehlen.

Ob also mit Aussaat oder ohne Aussaat gearbeitet wird, so möchte der Verfasser empfehlen, die Maische mit höherer Anfangssäuretemperatur der Säurung zu übergeben. Wird mit Aussaat — Milchsäurereinkultur oder saurer Maische vorausgegangener Maischen — gearbeitet, so ist bei $63^3/_4{}^0$ genügend lange zu verzuckern, dann abzukühlen und noch bei 61 bis 62° etwa die Aussaat zuzugeben. Dann wird weiter auf $57^1/_2$ bis $58^3/_4{}^0$, je nach Bedürfnis, abzukühlen sein, damit in 15 Stunden etwa die 6° Säure erreicht werden.

Wird ohne Aussaat, spontan, gesäuert, so wird bei $62^1/_2{}^0$ 3 bis 4 Stunden verzuckert und auf $58^3/_4$ bis $57^1/_2{}^0$ abgekühlt. Ist der Säuregrad nach 15 Stunden noch zu gering, dann empfiehlt es sich nicht, die Säurungstemperatur der nächsten Maische zu ermäßigen, sondern die säuernde Maische alle 3 bis 4 Stunden durchzurühren, um die bereits tätigen Bazillen gleichmäßig in der Maische zu verteilen und die Temperaturen möglichst gleich zu halten. Dieses Durchrühren erweist sich als sehr vorteilhaft und gestattet die Wahl der günstigeren hohen Ausgangstemperaturen für die Säurung. Vielfach wird, was unbegreiflich ist, die Milchsäurebildung in Menge und Zeit vernachlässigt, weil man annimmt, daß man das alles mit Schwefelsäuregaben ausgleichen könne. Ganz abgesehen davon, daß diese, aus antiseptischen Gründen vermutlich, sich tatsächlich als vorteilhaft im Gärbottich bewiesen haben, so können sie doch nie die Milchsäurebildung mit ihrem Eiweißabbau ersetzen. Hefen aus ungenügend gesäuerten Maischen sind stets eiweißarm und triebkraftschwach. Um die Sonntagsarbeit zu umgehen, werden vielfach die für Montag zum Läutern bestimmten Maischen Samstags gemaischt und wie gewöhnlich gesäuert, aber nach 15 Stunden mit dem gewünschten Säuregrad auf $63^3/_4$ bis 65^0 erhitzt und dann bis Montag stehen gelassen. Man kann auch die Maischen Samstags mit $62^1/_2$ bis $63^3/_4{}^0$, mit den Graden am Ende der Verzuckerung, direkt der Säurung während der 30 bis 36 Stunden bis Montag früh überlassen; doch ist das nur in gut temperierten, nicht zu sehr dem Wechsel der Temperatur ausgesetzten Lokalen möglich, weil sonst leicht zu unregelmäßige Säuregrade erhalten werden. Deshalb ist das erste Verfahren das bessere. Meist geben diese über Sonntag gestandenen Maischen mehr Hefe, was für oben Gesagtes zu sprechen scheint, daß eine Ausdehnung der Säurungsdauer nur Gutes wirkt. Bemerkt sei noch, daß Maismaischen schwerer säuern als solche, die nur Grünmalz und Roggen enthalten. Bezüglich der letzteren ist noch die Frage zu erörtern, ob es besser ist, beide in kaltes Wasser einzuquetschen und dann erst zur Peptonisierung aufzuwärmen, oder das Quetschgut in warmes Wasser von 50 bis 52^0 zu geben. Wenn das warme Wasser nicht wärmer als erwähnt genommen wird, dürfte es wohl zur Aufnahme des Quetschgutes verwendet werden können, da es bei dieser Temperatur der Diastase nicht schaden kann. Doch gibt die andere Arbeitsweise meist bessere Resultate. Die Diastase geht ziemlich völlig in die Flüssigkeit über und tritt sicher ganz ungeschwächt in Tätigkeit, wenn nach dem Quetschen zum Peptonisieren auf $52^1/_2{}^0$ erwärmt wird. Trotzdem wird aber, da viel warmes Wasser in den Betrieben vorhanden ist, das Einquetschen in solches vorgenommen. Das Maischwasser darf jedoch, wenn es keine Schädigung verursachen soll, nicht höher als mit $52^1/_2{}^0$, besser nur mit 50^0 genommen werden.

Noch zu erwähnen ist hier die Frage der Sterilisierung. Darunter versteht man jene Erwärmung der zu Ende gesäuerten Maische, durch die die Säurung unterbrochen und aufgehoben wird. Es ist klar, daß die Tätigkeit der Milchsäurestäbchen aufhören muß, wenn auf dem von ihnen bereiteten Nährboden die Hefe ihre Arbeit beginnen soll. Wenn auch die Hefe, in Übermacht ausgesät, momentan die Milchsäurestäbchen unterdrücken würde, so wären doch, sobald die Gärung nachließe, diese wieder auf dem Plan, um Arbeit zu suchen. Wir wissen ja, daß so wie so bei jeder Gärung nach vorhergegangener Milchsäurebildung eine Nachsäurung vor sich geht, selbst dann, wenn die Bazillen abgetötet oder stark geschwächt sind, vermutlich, wie

bereits erwähnt, infolge zymatischer Tätigkeit ihres Zellinhaltes (s. w. o.). Wir wissen aber auch, daß jede stärkere Nachsäurung vom Übel ist und schlechte Gärung bedeutet, weshalb auch hier in der Lufthefenmaische die Säurebildung bei Erreichung des gewünschten Säuregrades nicht nur unterbrochen, sondern auch für die weitere Verarbeitung der gesäuerten Maische bis auf die unvermeidliche Nachsäuerung direkt ausgeschaltet werden muß. Nehmen wir an, die Säurung habe bei $57^1/_2$ bis $58^3/_4{}^0$ angefangen und habe in 15 Stunden unter zwei- bis dreimaligem Durchrühren der Maische den gewünschten Säuregrad von 6^0 in der sterilisierten Maische ergeben, so wird die Maische nach dieser Zeit beim Durchrühren eine Durchschnittstemperatur von $53^3/_4$ bis 55^0 und einen Säuregrad von $6{,}5^0$ gehabt haben. Es ist also nötig, die Maische so hoch zu erhitzen, daß eine Milchsäurebildung nicht mehr möglich ist. Nun ist klar, daß man dabei die Temperatur nicht höher als nötig wählt, man muß ja sonst nur unnötigerweise abkühlen; aber ebenso wenig darf man hier aus falscher Sparsamkeit Temperaturen wählen, die ihren Zweck nicht ganz erfüllen. Häufig spielt auch hier noch die Angst hinein, es könnten durch höhere Grade die Eiweißstoffe Schaden leiden. Die Eiweißstoffe, die noch so ungenügend abgebaut sind, daß sie bei den für die Abtötung der Milchsäurestäbchen in Frage kommenden Temperaturen etwa gerinnen oder für die Hefe sonstwie unaufnehmbar würden, könnten so wie so für diese nicht in Betracht kommen. Solche Temperaturen meidet man vor der Säurung, um den Milchsäurestäbchen recht viel gelöstes Eiweiß oder wenigstens ungeronnenes Eiweiß anzubieten, was auch theoretisch und praktisch seine Berechtigung hat. Ist aber die Säurung beendet, dann ist auch ihre peptatische Arbeit vollbracht, soweit die Hefenpeptase ihrer bedarf. Die Eiweißstoffe können nicht mehr in Formen vorhanden sein, die gegen Temperaturen, wie sie die Abtötung der Milchsäurestäbchen verlangt, empfindlich sind. Finden sich aber solche Formen noch vor, die sich der Peptase der Milchsäurestäbchen entzogen haben, dann sind sie für die Hefenpeptase erst recht verloren und ihre eventuelle Beschädigung durch die Sterilisierungstemperatur bedeutet keinen Verlust.

Die in Betracht kommenden Sterilisierungstemperaturen sind demnach ohne Einfluß auf das für die Hefe durch die Säurung überhaupt zugänglich gemachte Eiweiß; das ergaben diesbezügliche Versuche der Praxis und des Verfassers. Welches sind nun diese Sterilisierungstemperaturen? Sie schwanken in den einzelnen Betrieben zwischen 65 und 75^0. Die einen wählen die niedere Temperatur bei längerer Dauer, die anderen gehen bis auf 75^0 und kühlen dann sofort ab. Es ist möglich, daß bei längerer Dauer der Einwirkung die Temperatur von 65^0 ebenso sicher wirkt; aber nach des Verfassers Versuchen ist erst von 69 bis 70^0 ab die gesäuerte Maische, auch in bezug auf die Milchsäurebildner, praktisch steril zu nennen, soweit diese Bezeichnung hier zulässig ist. Jedenfalls sind alle vegetativen Zellen tot, und die Sporen von Feinden der Gärung kommen bei den niederen Temperaturen der Gärung nicht in Frage. Diese Sterilisierungstemperatur hat aber den weiteren Vorteil, daß sie den Vormaischbottich praktisch so gut wie steril macht. Der Verfasser ging auch mit dem Sterilisieren bis auf 75^0, doch ohne weiteren Erfolg, weshalb er wieder auf 70^0 zurückging, um welche Grade der Kühler weniger beansprucht wird. Es genügt also, die Säurung bei Erreichung des gewünschten Säuregrades durch Erhitzen auf 70^0 zu unterbrechen, welche Temperatur man etwa 10 Minuten einhält, um sicher zu sein, daß sie durch die

ganze Masse herrscht. Wenn es auf die paar Grade Abkühlung nicht ankommt, und vielleicht besondere Gründe vorwalten, kann ruhig ohne Schaden auf 75° erhitzt werden. Ehe die Maische sterilisiert, d. h. ehe Dampf eingelassen wird, ist die nötige Menge der Aussaat zu entnehmen, wenn die Temperatur der gut durchgerührten, gesäuerten Maische nicht mehr zunimmt.

Diese Temperatur ist täglich zu notieren, weil sie als Endtemperatur der Abkühlung wichtige Winke für die Wahl der Anfangssäurungstemperatur gibt. Sie soll nach 15stündiger Säurung nicht unter 53 bis 55° gesunken sein. Man kann durch diese Kontrolle stets die richtige Wahl der Anfangstemperatur treffen. Ordnungshalber sei noch einmal erwähnt, daß die Temperaturen des ganzen Prozesses nicht mit langen Stockthermometern kontrolliert werden sollten, die infolge ihrer langen Quecksilbersäule und besonders deshalb ungenau sind, weil sich die Schlitze der Messinghülse bei dem Quecksilberbehälter schnell zulegen. Zur genauen Prüfung der Temperaturen verwendet man Handthermometer mit einem etwas längeren Quecksilberfaden, nachdem man sie vorher in Maische mit einem Normalthermometer verglichen hat.

Wenn die Aussaat entnommen wird, empfiehlt es sich, auch eine Probe zu nehmen und diese saccharometrisch und auf Säure, mindestens aber mikroskopisch zu untersuchen. Hierbei wird man mit der Übung des geschulten Auges bald selbst kleine Unterschiede zu finden wissen.

Eine Prüfung der gesäuerten Maische auf wirksame Diastase ergibt stets ein negatives Resultat, was eigentlich vorauszusehen ist, aber zur Beruhigung derer dienen kann, die ängstlich an die höheren (als 65°) Sterilisierungstemperaturen herangehen. Eine Probe wird sie selbst überzeugen.

Es kann also von einer nachwirkenden Kraft der Diastase keine Rede sein; wenn demnach Dextrin, das bei bester Verzuckerung stets vorhanden ist, noch vergoren wird, dann ist es die Hefe selbst, die sich entweder durch die Maltase oder Invertase des Dextrins zu bedienen vermag. Haben doch nach Lindner die Hefen vielleicht alle die Fähigkeit, sogar Stärkemehl mehr oder weniger anzugreifen. Auf die Diastase der gesäuerten Maische ist keine Rücksicht zu nehmen; sie ist durch die Säurung unwirksam geworden. Aber die Tatsache, daß zur Gärung und Unterstützung der Hefe keine Diastase mehr da ist, läßt doppelt die Wichtigkeit bester Verzuckerung vor der Säurung erkennen. Eine Nachsäurung tritt bei der Lufthefengärung auch ein, aber in geringerem Maße und, wie früher bemerkt, um so weniger, je reiner und kräftiger die Milchsäurung war. Sie beträgt meist nur 0,1 bis 0,15° (Kubikzentimeter n-Natronlauge) pro 100 ccm Würze.

Sehr wichtig ist es natürlich wieder, die ganze Arbeit des Maischprozesses durch Proben zu kontrollieren. Sie werden dem geübten Auge mit der Zeit schon beim Ansehen wertvolle Wegweiser. Die erste Probe ist zu entnehmen, wenn der Mais eingedrückt und gut im Maischwasser verteilt ist, um die Feinheit der Maiskochung zu kontrollieren. Die zweite Probe wird entnommen, wenn die Verzuckerung vollendet ist und zur Säurung abgekühlt wird. Wenn auch in der Lufthefenfabrikation nur die klare Maische, die Würze, vergärt und sich deshalb die Saccharometrierung und Säurebestimmung nur in klarer Maische empfiehlt, so kann doch, ohne große Fehler zu begehen, diese Arbeit in den nur durch Seidengaze gebeutelten Proben vorgenommen werden. Die Hauptsache ist, daß die Proben, um tägliche Vergleichszahlen zu erhalten, stets gleich gemacht werden. Allerdings gehört dazu auch, daß im Vor-

maischbottich nach beendetem Aufkochen zur Verzuckerung bestimmte Normalhöhen der Maischen eingehalten, mit der Meßlatte kontrolliert und eventuell mit etwas Wasser ausgeglichen werden. Für schnelle Kontrolle ist die Klarfiltrierung der Maische etwas umständlich. Außerdem bietet auch die trübe, durch feine Gaze gebeutelte Maische gewisse Merkwürdigkeiten, die auf Besonderheiten der Arbeit schließen lassen. Die Art, wie sich die Schwebestoffe in der Probe absetzen, und ihre Menge sind, je nach der Arbeitsweise, dem Rohmaterial und der Leistung der Arbeiter, ganz verschieden. Man sieht, daß jede Probe sich als wertvoll erweist und deshalb keine unnötig ist. Um die Hellfiltrierung zu umgehen, kann man eine größere Probe, etwa 1 Liter, durchbeuteln und in besonders hohem Glaszylinder stehen lassen. In kurzer Zeit setzen sich die Schwebestoffe zu Boden, so daß die helle, praktisch blanke Maische saccharometriert werden kann.

Man kann sich auch so über die kleinen Differenzen zwischen der Prüfung der durchgebeutelten und klar abgesetzten Maische ein Bild machen. Natürlich muß schon während der Verzuckerung die Jodprobe gemacht werden; aber ihr Ausfall, d. h. wenn sie keine Färbung mehr gibt, darf noch nicht als Schluß der Verzuckerung gelten. Man kann dann ruhig — der Erfolg wird es zeigen — noch 1 bis 2 Stunden stehen lassen. Es gehen dabei noch wertvolle Umsetzungen vor sich. Die nächste Prüfung wird beim Durchrühren der gesäuerten Maische und bei der Kontrolle ihrer Temperatur vorgenommen und ist besonders mikroskopisch wichtig zu nehmen. Aus der Art der Abscheidung der Schwebestoffe und der Farbe und Durchsichtigkeit der überstehenden Flüssigkeit kann auf den Grad der Säurebildung mit ihren Begleiterscheinungen geschlossen werden. Unbedingt ist eine Probe bei Erreichung der Sterilisierungstemperatur zu entnehmen, also von der Maische, ehe sie zum Läutern kommt. Sie zeigt uns den Säuregehalt an, mit der die Würze im Gärbottich unverdünnt als „Stammwürze“ auftritt, und gibt uns Winke über etwa nötige Zusätze von Schwefelsäure im Gärbottich. Die Proben aus der Maische vor dem Sterilisieren ergeben natürlich höhere Säure- und Saccharometerzahlen als die der sterilisierten Maische, die zum Läutern kommt. Beim Sterilisieren, d. h. beim Aufkochen von etwa 54 auf 70°, kommt eine Menge Wasser als kondensierter Dampf in die Maische, so daß die beiden Zahlen der Probe der gesäuerten Maische sich erniedrigen. Interessant ist auch, daß die Saccharometeranzeige und der Stickstoffgehalt der Maische während der Säurung zunehmen und folglich Stoffe in Lösung gehen, die jedenfalls nur Proteïne sein können und durch den Säurungsprozeß löslich gemacht werden.

Wir müssen also aus der Maische mit 11° Balling und etwa 1,5 bis 1,6° Säure nach der Verzuckerung infolge der Säurung eine solche von etwa 11,5 bis 11,8° Balling und vom Säuregrad 6,4 bekommen, die nach dem Sterilisieren infolge der Aufnahme des kondensierten Dampfes 11,0 bis 11,5° Balling und etwa 6° Säure zeigt. Diese Zahlen gelten für die neueren Arbeitsweisen, während bei den früher üblichen 20 bis 24 Proz. Hefe und 20 Proz. Alkohol wohl etwa um 2° höhere Zuckergehalte in der Maische bei gleichen Säurezahlen wie heute geführt wurden. Es wird da und dort mit 4,5° Säure gearbeitet, dafür aber später viel Schwefelsäure zugegeben, was der Verfasser nicht für richtig hält, weil eben doch die Milchsäurebildung was anderes ist als eine bloße Ansäurung der Maische. Denn ein höherer Säurungsgrad bedeutet für die Hefe, die reine Milchsäure sehr gut in größeren Mengen erträgt,

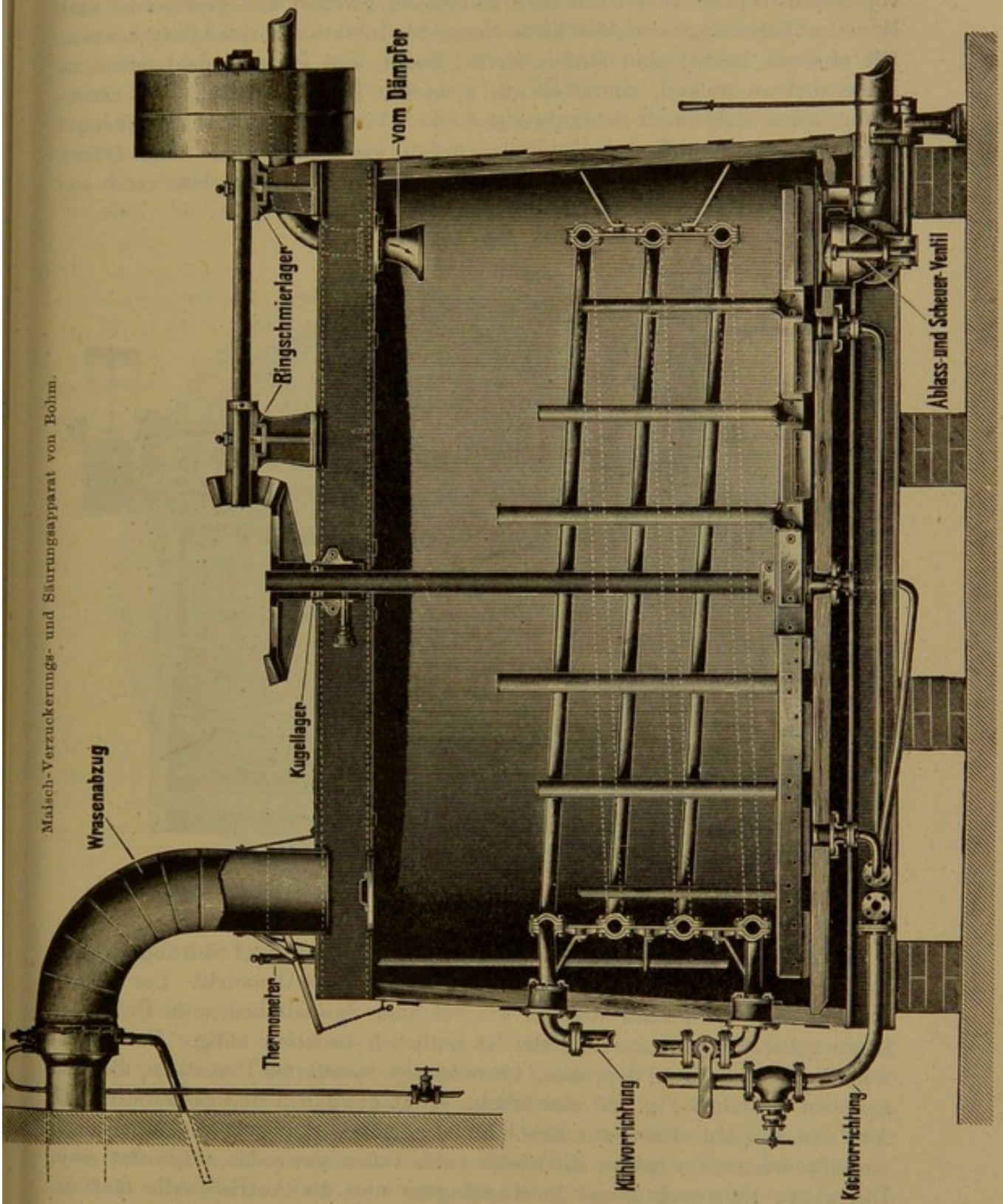
doch auch vermehrten Schutz und erhöhtes Nährstoffangebot. Über 6° Säure in der sterilisierten Maische hinauszugehen, ist für gewöhnlich zwecklos, da diese 6° in der ganzen gesäuerten Hauptmaische mehr bedeuten, als die 18 bis 20° der gesäuerten Hefenmaische, die der Hauptmaische des alten Verfahrens die Säure zuführen soll.

β) Die zur Herstellung der Maische dienenden Apparate. Was diese anlangt, so müssen wir von ihnen fordern, daß sie sowohl kräftige Maischung als auch gleichmäßigsten Temperaturausgleich bei bester Schonung der Hülsen, bei sparsamster Kühlung und geringem Kraftverbrauch ermöglichen und leicht zu reinigen sind. Außerdem müssen sie aus einem Material sein, das gegen die Säuren der Maische widerstandsfähig ist und eine sehr langsame Abkühlung der ruhenden Maische während der Säurung begünstigt. Wie im vorhergehenden Abschnitt erwähnt, eignet sich als Material für die Vormaischbottiche am besten Eichenholz, das sehr haltbar ist und seinen Tanningehalt, soweit er für die Befüllung des Bottichs mit Maische in Betracht kommt, wie bereits vorstehend beschrieben, leicht abgibt. Eisen wäre ja verwendbar; es müßte aber isoliert werden, was angesichts der Beanspruchung der Apparate in dauerhafter Form kaum zu machen ist. Besonders erschwert wäre diese Arbeit am Boden der Apparate, wo die Abkühlung der Maische am stärksten ist. Die doppelwandige Eisenkonstruktion mit Luftisolation erfüllt ihren Zweck nur halb und bietet große Nachteile, weil eventuelle Undichtigkeiten des Innenbehälters schlecht zu sehen sind und somit ungeahnte Infektionen verursachen können. Es bleibt also eigentlich nur Holz übrig, von dem allein das Eichenholz als besonders geeignet in Betracht kommt. Denn selbst Vormaischbottiche aus dem harzreichen Pitchpine-Holz fangen schon nach 4 bis 5 Jahren zu schwinden und zu faulen an. Was nun die Form anlangt, so stehen die sogenannten Wannenbottiche neben den schwach konischen zur Verfügung. Da aber Holz als Rohmaterial zu nehmen ist, so scheiden die Wannenbottiche von selbst aus; das wäre eine kostspielige und undankbare Arbeit. Auch die Wannenbottiche aus Eisen haben sich nicht eingebürgert, weil sie einerseits isoliert werden müssen und andererseits mit ihrer Leistung, d. h. mit der des möglichen Rührwerks nicht befriedigen. Daher sind es auch die runden, schwach konischen, eichenen Vormaischer, die fast ausschließlich verwendet werden.

Nachstehend seien drei Vormaischbottiche im Bild gebracht, deren Wirksamkeit der Verfasser kennt. Da es sich nur darum handeln kann, den zweckmäßigen prinzipiellen Aufbau solcher Apparate zu zeigen, so sei von weiteren Abbildungen Abstand genommen, zumal, was hiermit betont sei, die vielen Spezialfabriken ebenfalls Hervorragendes darin leisten.

Fig. 218 zeigt den Vormaisch- und Säurungsapparat der Firma Bohm, dessen eigentlicher Gefäßteil nach Wunsch in jeder Holzart oder aus Eisen mit Isoliermantel ausgeführt wird. Das Rührwerk besteht aus geschweiften, schraubenförmig gewundenen Rührarmen mit darauf sitzenden Stäben, deren senkrechte Antriebswelle in einem Kugellager hängt, wodurch ein sehr leichter Gang bei geringster Abnutzung gegeben ist. Der Antrieb durch Zahnräder mit spiraler Verzahnung erfolgt deshalb sehr ruhig, fast geräuschlos, wozu die Lagerung der horizontalen Antriebswelle in ölsparenden Ringschmierlagern beiträgt. Das Rührwerk und sein Antrieb lagern auf kräftigen Eisenträgern. Die Kühlschlange besteht aus kupfernen, durch messingene Kapselverschrau-

bungen verbundenen Bogenteilen, die ihr Auseinandernehmen erleichtern, und ist bei zweckmäßiger Windung mehrgängig angeordnet. Sie hängt in soliden, sachgemäß geformten Messingrohrhaltern, die keine Gelegenheit zu Infektionen



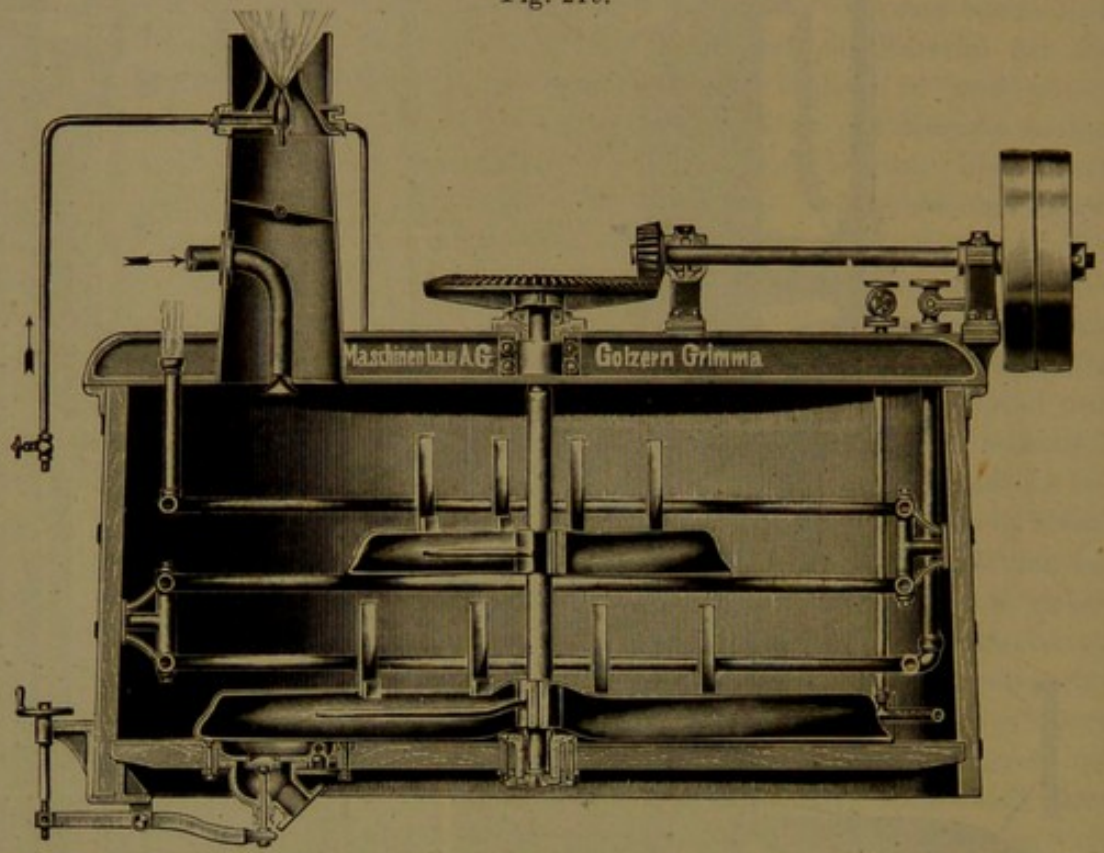
Maisch-Verzuckerungs- und Säurungsapparat von Bohm.

geben, sondern glatt die Rohre umfassen und keine freien Winkel für Maischreste haben.

Die Kochvorrichtung besteht aus am Bottichboden angebrachten Kegel-Rückschlagventilen, welche sich bei geöffnetem Dampfventil heben, nach Schließen desselben sofort wieder senken und so die Dampfzuführung gegen

Eindringen von Maischresten schützen. Die Aufkochung erfolgt gleichmäßig, aber etwas geräuschvoller als mit durchlochter Dampfschlange. Die Ablaßvorrichtung, für Maische und Putzwasser zugleich dienend, wird durch einen von außen bequem zu erreichenden Handhebel geöffnet und geschlossen und ist so im Boden eingesetzt, daß keine Nester für Infektionen sich bilden können. Die eisernen Deckel sind mittels Kette, Rollen und Gegengewicht leicht zu heben und zu senken, zumal sie aus mehreren Teilen bestehen. Die Eisenreifen lassen sich durch Schrauben anziehen. Vom Deckel führt das Abzugsrohr für die Dämpfe beim Maiseindrücken weg; es ist mit dem früher erwähnten Schraubenventilator ausgestattet, der mit Dampfturbine rasch anzutreiben ist.

Fig. 219.



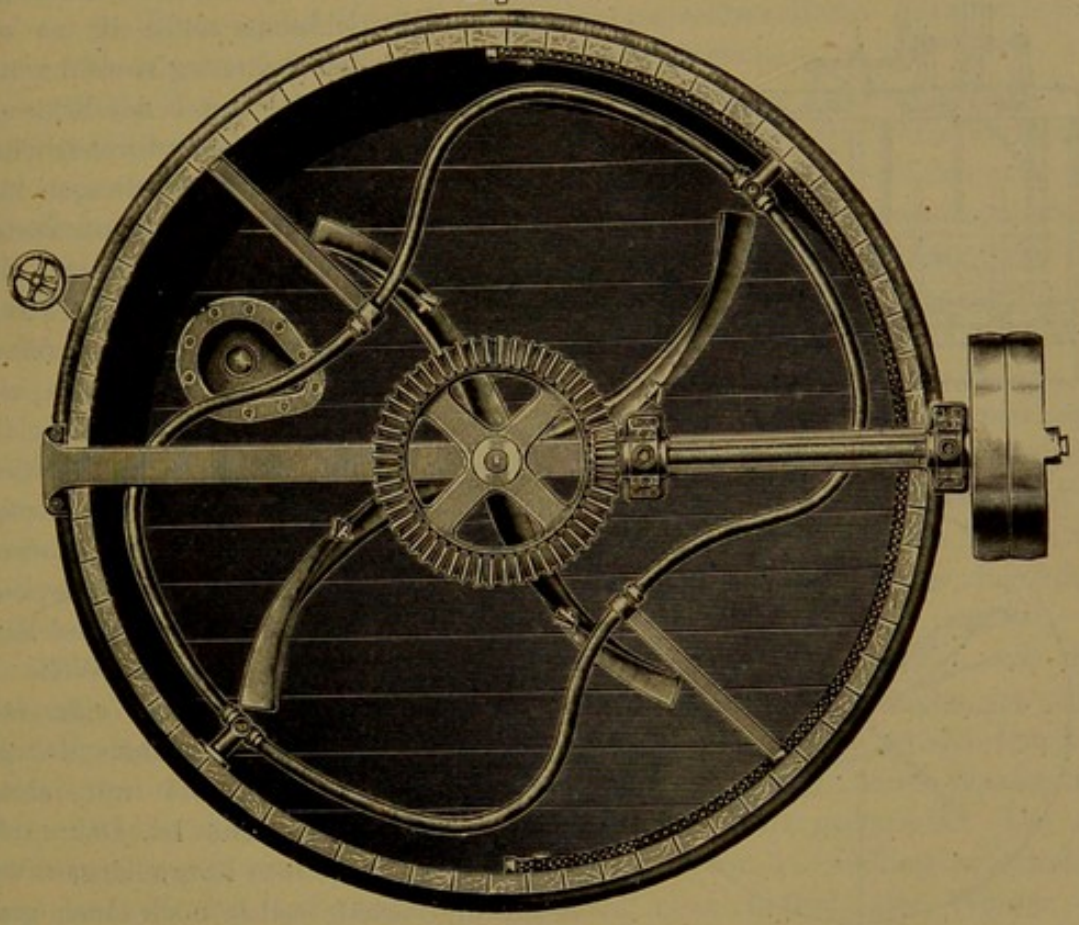
Maisch-Verzuckerungs- und Säurungsapparat der Firma vormals Hentschel, Golzern-Grimma. (Querschnitt.)

Fig. 219 und 220 zeigen den Maisch-Verzuckerungs- und Säurungsapparat der Aktiengesellschaft Golzern-Grimma in Schnitt und Grundriß. Der eigentliche Behälter wird nach Wunsch wie bei allen Spezialfabriken in Holz oder Eisen geliefert; in letzterem Falle ist natürlich Isolation nötig. Das Rührwerk besteht aus zwei doppelten, übereinander montierten Propellern, die, wie aus dem Grundriß Fig. 220 ersichtlich, etwas gewunden und geschweift sind. Auf den Flügeln sitzen zur Erhöhung der Rührwirkung in der Mitte noch einzelne senkrechte Stäbe, die etwas nach außen gewendet aufgesetzt sind. Das ganze Rührwerk hängt in Kugellagern und die Antriebswelle läuft in Ringschmierlagern. Das Ablaß- und Scheuerventil ist so angebracht, daß eine leichte Entleerung des Vormaischers möglich ist und Infektionswinkel ausgeschlossen sind.

Das Schlangenrohrsystem läuft nicht rund der Bottichwand entlang, sondern ist in der Weise, wie aus dem Grundriß ersichtlich, angebracht. Der

Rührflügel soll auf diese Weise die Maischwirkung unterstützen. Die Kühlrohre sind zur Erleichterung des Auseinandernehmens der Schlange bei ihrer Reparatur oder Reinigung aus einzelnen Stücken mit Messingverschraubungen zusammengesetzt. Die Kühlschlange wird an die Wasser- und die Dampfleitung angeschlossen, so daß damit, je nach Bedürfnis, mit indirektem Dampf angewärmt oder mit Wasser gekühlt werden kann. Außerdem läuft in der Nähe des Bodens und der Wand etwa die Hälfte des Umkreises entlang ein Kupferrohr, das beiderseits mit Messingschrauben verschlossen, längs der ganzen Oberseite mit Löchern versehen und an die Dampfleitung angeschlossen ist. Die Aufkochung mit direktem Dampf geht so fast geräuschlos und gut vor sich. Nur saugt sich nach Abstellen des Dampfes etwas Maischflüssigkeit

Fig. 220.



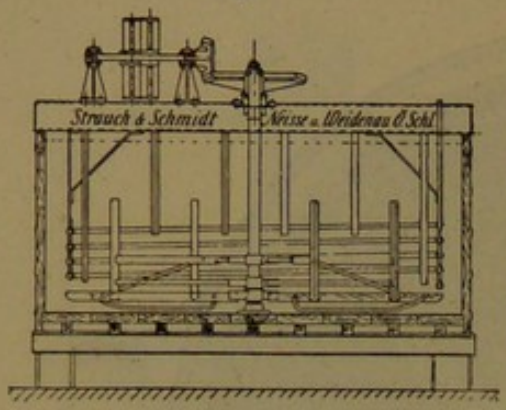
Maisch-Verzuckerungs- und Säurungsapparat der Firma vormals Hentschel, Golzern-Grimma. (Grundriß.)

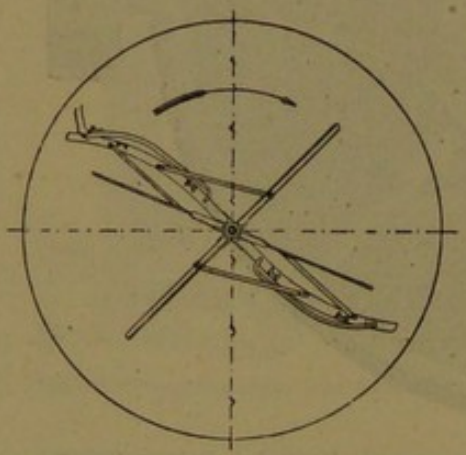
in die Schlange ein, die durch Öffnen der beiderseitigen Verschraubungen beim Ausdämpfen des entleerten Bottichs auszutreiben ist. Der Dunstabzug wird durch einen Dampfstrahlexhaustor in Tätigkeit gesetzt, der die Dämpfe aus dem Bottich scharf absaugt, fortschafft und dafür kalte Luft einsaugt. Dabei wird der einströmende Mais, der sich beim Aufprallen auf den am Maisrohr befindlichen Konus fein verstäubt, abgekühlt, wodurch Verbrühungen vermieden werden. Das Kondenswasser des Dampfstrahlexhaustors läuft seitlich an der über der Düse angebrachten Haube ab. Der Abschluß des Dunstabzugs geschieht mit einer drehbaren Klappe nach dem Abstellen des Dampfes für den Exhaustor.

Nachstehend noch der neueste Vormaischbottich der Firma Strauch und Schmidt, Neiße O.-S. (Fig. 221 a. f. S.). Der Bottich wird aus Pitch-pine- oder

besser aus Eichenholz gefertigt und enthält so lange Rührarme, daß sie bis nahe an die Bottichwand reichen. An ihnen sind windmühlenflügelartige Rührflügel angeschraubt; außerdem sind schräg gestellte Streichbleche vorhanden. Die Rührarme mit den Streichblechen rühren die ganze Maischmasse vom Boden auf und intensiv durcheinander; die senkrechten Rührstäbe bestreichen die eingebaute Schlange, so daß auch die Masse, die sich zwischen den Schlangengängen aufhält, mit der übrigen Maischmasse auf das innigste vermischt wird. Infolge der eigentümlich gebogenen Rührarme wird bei möglichst wenig Umdrehungen auch nur wenig Kraft verbraucht. Die Kühlschlange ist an dem oberen Rahmen mit herunterhängenden Haltern angebracht; sie ist aus nahtlosen Kupferröhren hergestellt und trägt an der tiefsten Stelle einen Entleerungsstöpsel. Die Schlange selbst ist so angebracht, daß das Rührzeug sowohl sämtliches Maischmaterial unter der Schlange als auch um dieselbe herum durcharbeiten und durch die einzelnen Windungen hindurchtreiben kann; die Temperaturverteilung ist deshalb die denkbar beste. Zur Erwärmung dient ein am Rande des Bottichbodens liegendes, kupfernes, mit feinen Löchern versehenes Dampfrohr, das vorsichtiges Aufwärmen ermöglicht.

Fig. 221.





Vormaisch- und Säurungsbottich von Strauch und Schmidt.

Der Antrieb des Rührwerks geschieht durch Los- und Festscheibe, deren letztere ballig gedreht und im Durchmesser etwas größer ist als die gerade gedrehte Losscheibe. Die Welle des Vorgeleges läuft in Kugellagern, die stehende Welle in einem langen Halslager mit Weißmetallausfütterung, das zur Aufnahme des gesamten Rührwerksgewichts mit einem Kugeltraglager ausgerüstet ist. Das untere Spurlager ist mit einem Rotgußeinsatz versehen und erhält selbst noch einen glasharten Stahlzapfen für die Welle; es ist so konstruiert, daß ein Eindringen von Unreinigkeiten fast unmöglich und deshalb die Abnutzung gering ist. Die Antriebskegelräder sind maschinengeformt und besonders sauber gearbeitet, so daß ein leichter, geräuschloser Gang erzielt wird. Der schmiedeeiserne Verschlußdeckel wird aus mehreren Teilen hergestellt, von denen einige zum Aufklappen eingerichtet sind. Das von außen bedienbare Ablaßventil ist weit gehalten, damit eine schnelle Entleerung möglich ist, und trägt das eingebaute metallene Scheuerwasserventil. Zur Temperaturkontrolle dient ein Winkelthermometer in Metallfassung, das in die Bottichwandung eingelassen ist; die Öffnungen der Hülse bei der Quecksilberkugel legen sich leicht zu, weshalb auch hier die definitive Temperaturkontrolle mit dem genauen Handthermometer unerläßlich ist. Diese Vormaischbottiche können auf Wunsch auch aus Stahlblech mit Isolierung ausgeführt werden;

der Verfasser rät aber aus öfter dargelegten Gründen nur zum Eichenholzbottich, und zwar in der schwach konischen Form, ausgestattet etwa wie die oben im Bild gebrachten. Worauf noch besonders aufmerksam zu machen wäre, ist folgendes: Der Ein- und Ausrücker für die Riemenscheiben auf der Antriebswelle des Rührwerks sollte nicht in der einfachen Art mit Hebel bedient werden können; es wäre zweckmäßiger, die Gabel des Ausrückers auf einer Spindel laufen zu lassen, damit das schädliche schnelle Aus- und Einrücken unmöglich gemacht wird, das an die Triebwerkteile große Anforderungen stellt. Eine ungewollte Ausrückung oder Einrückung des Rührwerks ist dann schon an und für sich ausgeschlossen, kann aber trotzdem noch mit einer besonderen Feststellung der Gabel gesichert werden, damit jede Möglichkeit eines Unfalls beim Reinigen des Apparatinnern vermieden ist. Die Spindel, auf der die Riemengabel läuft, kann mit aufgestecktem Hand- oder Kettenrad mit darüber laufender Kette leicht angetrieben werden.

γ) Die Praxis der Maischung und Säurung. Um den ganzen Vorgang deutlicher vorführen zu können, möge wieder, wie im alten Verfahren, eine bestimmte Einmaischung ins Auge gefaßt sein. Wir wollen also annehmen, daß ein Vormaischbottich mit einer Gesamteinrichtung vorliege, die in einer Operation die Verarbeitung von 3000 kg gestattet. Darin seien 50 Proz. = 1500 kg Gerste als Grünmalz, 30 Proz. = 1200 kg Mais, 10 Proz. = 300 kg Roggen und 10 Proz. = 300 kg Keime enthalten. Für die 1500 kg Gerste wird die entsprechende Menge Grünmalz, wie sie das Betriebsverhältnis der Mälzerei ergibt, entweder zur Quetsche über dem Vormaischer geblasen oder angesaugt oder gleich in der Mälzerei mit der Bohmschen Naßschrotmühle oder mit der Quetsche und der Triplexpumpe als fertiger Mahlbrei dem Vormaischbottich zugeführt. Der Übersichtlichkeit halber wollen wir zuerst annehmen, daß das Grünmalz gequetscht wird und wollen danach die Arbeit mit der Naßschrotmühle beschreiben.

Zuerst kommt das sogenannte Maischwasser in den Apparat, von dem dasjenige, das zum Mais verwendet wird, in Abzug zu bringen ist. Die 1200 kg Mais werden nach früheren Darlegungen am besten gemäß dem Verhältnis von 200 Liter Wasser pro 100 kg Mais mit 2400 Litern Wasser dem Henzedämpfer beigegeben und darin nach Vorschrift gedämpft. Um aus 3000 kg Getreide eine süße, verzuckerte Maische von 11° Balling zu erhalten, brauchen wir bei geeignetem Rohmaterial etwa 11 000 Liter Wasser, so daß abzüglich der für den Mais verwendeten 2400 Liter noch 8600 Liter in den Vormaischbottich gelassen werden. Man gibt dem Wasser dann (stets 3000 kg Gesamtmaischung vorausgesetzt) 1 Liter Schwefelsäure von 66° Baumé zu, rückt das Rührwerk ein, setzt die 300 kg Keime zu, wartet, bis dieselben ganz im Wasser eingetaucht sind und sich damit vollgesogen haben, und bringt nun weiter das gequetschte Grünmalz aus 100 kg Gerste hinein. Nach tüchtigem Durchmischen des schwach angesäuerten Wassers mit dem Grünmalz und den Keimen empfiehlt es sich, vor dem Eindrücken des Maises $^1/_2$ bis 1 Stunde das Ganze bei ruhendem Rührwerk stehen zu lassen. Ist der Mais fertig gedämpft, dann rückt man das Rührwerk des Vormaischbottichs ein, setzt den Dunstabzug in Tätigkeit und bläst den Mais laut Vorschrift langsam in den Vormaischbottich. Durch Anbringung eines Konus vor dem Austritt des Maises aus dem Druckrohr im Vormaischbottich wird der Mais fein verteilt und von der durch den Dunstabzug eingesaugten Luft

so weit abgekühlt, daß er bei seinem plötzlichen Einfallen in die Maischflüssigkeit keine Verbrühung des Malzes hervorrufen kann. Diese Gefahr ist ja bei den Hefenfabriken im Lüftungsverfahren heute sehr gering und auch früher nicht groß gewesen, weil in dem reichlichen Maischwasser Gelegenheit gegeben ist, den heißen Mais durch das Rührwerk rasch abzukühlen. Aber langsames Eindrücken hat trotzdem den Vorteil, daß der Mais feinstens ausgeblasen wird, so daß seine leeren Hülsen in einem dünnen Kleister herumschwimmen. Bei unserer Maisgabe und Maischwassermenge dürfte der Exhaustor von Anfang an in Wegfall kommen und erst zum Schluß einzuschalten sein, wenn die sich bildenden Dämpfe im Raume lästig werden. Dabei kommt es natürlich auf die Temperatur des Maischwassers an, weshalb ein Versuch den Zeitpunkt ergeben muß, an dem der Exhaustor in Tätigkeit zu setzen ist. Es dürfte das ungefähr der Fall sein, wenn das Maischwasser durch den eingeblasenen Mais etwa 35° zeigt; der dann einsetzende Luftstrom wird genügen, den Rest des beim Ausströmen fein verteilten Maises so weit zu kühlen, daß die Temperatur von $52^1/_2{}^0$ erreicht wird, wenn der Mais völlig ausgeblasen ist. Da und dort hört man von einem Vorteil des Dämpfens von Mais mit mehr als 200 Litern Wasser pro 100 kg, was aber nicht zutrifft. Wenn mehr Wasser genommen wird, dann wird der Maiskleister wohl etwas dünner, aber sein Hülsenmaterial auch leichter beschädigt, was für die Läuterung nicht angenehm ist. Abgesehen davon also, daß keine bessere Aufschließung des Maises erfolgt, wird nur mehr Dampf zum Kochen und eine Menge Kühlwasser beim Eindrücken des Maises gebraucht, weil dann der Dunstabzug mit Exhaustor allein nicht mehr genügt. Man kann erfahrungsgemäß bei 200 Liter Wasser pro 100 kg Mais genau die gleiche Aufschließung mit weniger Dampfverbrauch beim Kochen und Wasserverbrauch beim Eindrücken des Maises erhalten; während des Dämpfens der obigen Maismenge von 1200 kg mit 2400 Litern Wasser kommen ja noch etwa 1000 Liter Kondenswasser hinzu.

Man rückt also beim Ausblasen des Maises den Exhaustor rechtzeitig ein, damit zum Schlusse die Masse $52^1/_2{}^0$ zeigt. Es ist gut, auch hier eine bestimmte Temperatur einzuhalten, bei der das Quetschen beginnt, da im Hefenbetriebe nichts sich besser lohnt als Gleichmäßigkeit, wo sie überhaupt möglich ist. Hat der Mais samt dem Maischwasser die richtige Temperatur, so beginnt man den Rest des Grünmalzes und den Roggen hineinzuquetschen. Eine vorher herausgenommene Probe wird uns den Grad der Kochung anzeigen; es dürfen nur leere Maishülsen vorhanden sein. Bei richtiger Größe der Quetsche sollte die Arbeit in längstens 1 Stunde für unseren Fall geschehen sein, wenigstens wo für beide Getreidearten getrennte Quetschen zu Gebote stehen. Das gequetschte Getreide kommt anfänglich bei der Temperatur, bei der später peptonisiert wird, in die Mais-Maischwassermasse und kühlt diese bis zum Ende des Quetschens um 4 bis 5°, je nach der Jahreszeit und der Temperatur des Quetschgutes, ab. Ist das Quetschen beendigt, dann wird auf $52^1/_2{}^0$ mit Dampf aufgewärmt und nach ausgerücktem Rührwerk die Maische $^1/_2$ Stunde sich selbst überlassen. Es ist besser, während dieser Zeit das Rührwerk nicht laufen zu lassen, weil, ebenso wie die diastatische Arbeit, auch die peptatische bei $52^1/_2{}^0$ in ruhender Masse besser vor sich geht und deshalb diese halbstündige Peptonisierung bei laufendem Rührwerk nur halben Erfolg, aber unnötige Reibung der Hülsen in der dicken Masse, also auch Kraftverlust bedeutet. Nach $^1/_2$ Stunde wird das Rührwerk in

Bewegung gesetzt und, nach guter Verteilung der Maische, langsam Dampf gegeben, bis die Verzuckerungstemperatur erreicht ist. Es mag unnötig erscheinen, wenn der Verfasser mahnt, den Dampf nie einzulassen, ehe die Masse durch das Rührwerk nicht bloß in Bewegung gesetzt, sondern bestens gemischt ist. Verbrühungen des Malzes und Roggens, der Diastase und Proteïne können sonst leicht eintreten.

Als der Verfasser weiter oben die unbedingte Feststellungsmöglichkeit für die Riemengabel des Rührwerksantriebs verlangte, hatte er einen ganz besonderen Fall im Auge, in dem der betreffende Arbeiter rasch einrückte und Dampf gab, ohne den Ausrücker genügend festzustellen. Der Ausrücker ging zurück, das Rührwerk blieb stehen, der Dampf strömte in das rasch sich setzende Quetschgut und verbrühte es derart, daß eine neue Malzgabe nötig war, um die Verzuckerung zu erhalten.

Ist nun die beabsichtigte Verzuckerungstemperatur von $63^3/_4{}^0$ — den Fall der Arbeit mit Milchsäureaussaat vorausgesetzt — nahezu erreicht, dann wird der Dampf abgestellt. Das Rührwerk bleibt in Tätigkeit, um abzuwarten, ob der unten eingetretene Dampf nach genügender Verteilung die Temperatur der Maische nicht noch etwas erhöht. Erst wenn nach einigen Umdrehungen des Rührwerks die Temperatur von $63^3/_4{}^0$ nicht erreicht ist, gibt man sehr vorsichtig Dampf, um nach seiner Abstellung sicher nicht mehr als $63^3/_4{}^0$ zu haben. Es ist natürlich, daß auch die besten Rührwerke nicht den eben von der Maische aufgenommenen Dampf sofort gleichmäßig durch die vor der Verzuckerung doch dickliche Masse verteilen, sondern daß dazu einige Umdrehungen nötig sind. Um eine Überschreitung der Temperatur zu vermeiden, ist obige Tatsache stets in Betracht zu ziehen. Das Anwärmen von etwa 48^0 nach dem Quetschen auf $63^3/_4{}^0$ zur Verzuckerung soll etwa $^1/_4$ Stunde dauern; diese Zeit abzukürzen ist von Übel, sie zu verlängern ohne Vorteil. Nun rückt man, wenn das längere Zeit in der bewegten Maische gehaltene Thermometer $63^3/_4{}^0$ zeigt, das Rührwerk aus, schließt den Schieber des Dunstrohrs und alle Deckel und läßt zunächst 1 Stunde zur Verzuckerung stehen. Das Rührwerk dabei laufen zu lassen ist durchaus fehlerhaft. Die Maische muß in Ruhe sein, damit die Enzyme sich auf ihr Arbeitsfeld begeben und ihre Pflicht tun können.

Wird das Grünmalz nicht, wie im vorstehenden angenommen, der Quetsche zugeführt, dann muß etwas anders gearbeitet werden. Am nächsten läge, das Grünmalz mit der Naßschrotmühle und Pumpe oder der anderen Apparatur (Quetsche mit Triplexpumpe) mit einer bestimmten Menge Wasser aus der Mälzerei in den Vormaischbottich zu schaffen, nach ihm den Roggen auf dem gleichen Weg dorthin zu bringen, dann so weit mit Wasser aufzufüllen, daß die Masse die nötigen 8400 Liter Wasser enthält, und nun den Mais einzudrücken. Davon möchte der Verfasser aber sehr abraten; der Mais verteilt sich in dieser dicklichen Masse schlecht und erschwert die Verzuckerung und die ganze weitere Arbeit. Der Mais muß stets in das nur etwas Säure, Malz und Keime enthaltende Wasser kommen, ehe Malz und Roggen hinzugequetscht werden. Mit der Naßschrotmühle oder der anderen Apparatur von Strauch und Schmidt dürfte sich folgende Arbeitsweise empfehlen. Man bringt die Hälfte des Maischwassers, also 4200 Liter Wasser mit 1 Liter Schwefelsäure, den Malzkeimen und etwas Grünmalzmilch (100 kg Gerste entsprechend) in den Vormaischer, läßt das Rührwerk das Ganze gut mischen und gibt, nach-

dem zweckmäßigerweise wie oben erwähnt, das Gemisch 1 Stunde geruht hat, den Mais zu. Nur setzt man jetzt von Anfang an den Exhaustor in Tätigkeit, um dem Mais möglichst viel Wärme zu entziehen, und fängt bei etwa 35 bis 40° mit Wasser zu kühlen an, damit, wenn der Mais ausgeblasen ist, $52^1/_2{}^0$ erreicht sind. Nun bringt man den Rest des Grünmalzes und den Roggen mit dem Rest des Maischwassers durch die Naßschrotmühle oder die Strauchsche Anordnung aus der Mälzerei zum Vormaischbottich und gibt währenddessen langsam Dampf, so daß am Ende der Förderung des Grünmalzes und des Roggens die Peptonisierungstemperatur erreicht ist.

Wird nur Gerste und Roggen mit der Naßschrotmühle verarbeitet, so bringt man die Hälfte des Maischwassers = 4200 Liter mit 1 Liter Schwefelsäure in den Vormaischbottich und pumpt das Grünmalz mit dem Roggen als Naßschrot aus der Mälzerei bei laufendem Rührwerk des Vormaischers in das Maischwasser. Nimmt man nur kaltes Wasser in den Vormaischbottich, dann wird, wenn alles Grünmalz nebst dem Roggen naßgeschrotet und zum Vormaischbottich gepumpt ist, direkt auf $52^1/_2{}^0$ zur Peptonisierung aufgewärmt und die Maische, wie oben beschrieben, weiter behandelt. Man kann auch in den Vormaischbottich warmes Wasser von etwa 52° geben und, wenn solches in der Mälzerei vorhanden ist, den Naßschrot von Grünmalz und Roggen damit herüberpumpen, so daß nur eine geringe Aufwärmung der Gesamtmaische zur Peptonisierung nötig ist. Letzteres Verfahren ist nicht zu empfehlen, trotzdem es eine Ersparnis bedeuten könnte. Einerseits ist es nicht ratsam, Grünmalz mit dem Roggen in der Wärme längere Leitungswege zurücklegen zu lassen. Andererseits ist es auch schwer, die unschädliche Warmwassertemperatur zu halten, nachdem die Grade über $52^1/_2{}^0$ der Diastase schädlich, die unter 50° den vorhandenen Feinden nützlich sein würden. Es ist deshalb gut, den Grünmalz-Roggen-Naßschrot mit kaltem Wasser in das $52^1/_2{}^0$ warme Maischwasser zu pumpen und dabei langsam Dampf zu geben, so daß, wenn der Naßschrot eingeteigt ist und das Maischvolumen stimmt, fast schon die Peptonisierungstemperatur erreicht ist. Wenn nur Gerste und Roggen verarbeitet werden, geschieht das meist zu 75 + 25 Proz. oder zu 80 + 20 Proz., seltener zu 75 + 15 + 10 Proz. Keime. Obwohl nun das Grünmalz mit den Keimen Eiweiß genug hereinbringt und eine größere Roggengabe deshalb nicht nötig erscheinen könnte, so ist doch daran zu erinnern, daß der Proteïngehalt der Keime allein nicht so wertvoll wie der des Roggens ist. Dieser ist stets von hervorragender Wirkung auf die Zusammensetzung der Maische und auf die Gärung und kann, zumal das Grünmalz Keime genug mit sich führt, nicht noch mit Keimen teilweise ersetzt werden.

Wo die Naßschrotmühle oder die andere Einrichtung fehlt und das Grünmalz nebst dem Roggen gequetscht wird, ist die Arbeit einfach. Man gibt das ganze Maischwasser, etwa 50 bis $52^1/_2{}^0$ warm oder ganz kalt, in den Vormaischer (11 000 Liter, da kein Maiswasser in Abzug kommt), fügt den Liter Schwefelsäure zu, rückt das Rührwerk ein und quetscht die ganze Getreidemenge hinein. Das Peptonisieren und Aufwärmen auf die Verzuckerungstemperatur erfolgt wie oben ausgeführt.

Wir haben der Einfachheit halber bis jetzt angenommen, daß die Maische, ob mit oder ohne Mais erstellt, wegen der Säurung mit Aussaat auf $63^3/_4{}^0$ aufgekocht wird und, wenn diese Temperatur durch die ganze Masse genau

erreicht ist, nach Abstellen des Rührwerks gut zugedeckt und vor Zugluft geschützt zunächst 1 Stunde zur Verzuckerung stehen bleibt. Wir wollen nun die Maismaische weiter behandeln, wie es bei Arbeit mit Aussaat üblich ist. Die Maische ohne Mais, die Roggenmaische, soll in der Weiterbehandlung beschrieben werden, als ob kein Zusatz von Aussaat erfolge.

Die Maismaische kochen wir deshalb auf $63^3/_4{}^0$ zur Verzuckerung auf, um die vorhandenen, selbst die guten Säurebildner zu lähmen und der Aussaat später den Weg zur Alleinherrschaft zu ebnen. Die Roggenmaische, die ohne Aussaat gesäuert werden soll, verzuckern wir bei $62^1/_2{}^0$, um die vorhandenen guten Milchsäurebazillen zu schonen und zur späteren Arbeit gewissermaßen zu isolieren, da die Gegner gegen diese hohen Temperaturen sehr empfindlich sind. Das Gesamtvolumen der Maische von 3000 kg Maischung mit insgesamt 11000 Litern beträgt bei Erreichung der Verzuckerungstemperatur rund 15500 Liter und sollte für jede einzelne Maischung gleichmäßig eingehalten werden, so daß, wenn einmal bei $62^1/_2$ oder $63^3/_4{}^0$ etwas an dem Volumen fehlte, noch entsprechend Wasser zuzugeben wäre. Nur so können die Saccharometerproben der Maischen Vergleichswerte schaffen, wenn stets die Gesamtmaischung auf das gleiche Volumen gebracht wird. Bei den Maismaischen kommen von den 15500 Litern etwa 4400 Liter auf die mit 2400 Litern Wasser gedämpften 1200 kg Mais, etwa 700 bis 800 Liter auf das beim Aufwärmen zur Peptonisierung und Verzuckerung aus dem Dampf in die Maische kondensierte Wasser und der Rest auf das Volumen des übrigen Getreides. Es treffen also ungefähr 1900 Liter Raum auf die 1200 kg Gerste und 600 kg Keime + Roggen, so daß 100 kg des aufgeschlämmten Getreides etwa 100 Litern Raum entsprechen.

Nach 1 Stunde Verzuckerung wird mit dem Rührwerk gut gemischt, die Temperatur abgelesen, deren Abnahme uns einen Fingerzeig über die Abkühlung der Maische geben kann, und eine Probe mit Jod gemacht. Diese fällt meist noch nicht befriedigend aus, wenn man, was allein richtig ist, eine kleine Hand voll Treber der gut gerührten Maische entnimmt und so fest als möglich auspreßt, um allenfallsige Stärkemehlgehalte in die Probe zu bekommen. Sie wird in der Regel noch rote bis dunkelviolette Reaktion ergeben. Es ist fehlerhaft, die Jodprobe nur mit der leicht von den Trebern ablaufenden Flüssigkeit zu machen; denn dabei können ziemliche Stärkemengen in den Hülsen zurückgehalten und noch nicht ausgeschlämmt sein. Während der Jodprobe, für die natürlich die ausgepreßte Maische kalt sein muß, läßt man das Rührwerk laufen und ergänzt, wenn die Abkühlung der Temperatur mehr als schwach $^1/_4{}^0$ beträgt, diese Differenz durch eine kleine Dampfgabe. Das Rührwerk nach einstündiger Verzuckerung laufen zu lassen, ist sehr vorteilhaft, weil durch die ziemlich weitgehende Verzuckerung die Maische sehr beweglich geworden ist und sich so die noch in den Hülsen steckenden Stärkemehlteilchen gut ausschlämmen.

Nach etwa 5 Minuten wird das Rührwerk abgestellt und die Maische eine weitere Stunde der Ruhe überlassen. Hierauf wird durchgerührt, die Temperaturerniedrigung festgestellt und mit einer Probe wieder die Jodreaktion, wie oben angegeben, gemacht. Meist wird nun diese schon befriedigend ausfallen; die aus den scharf ausgepreßten Trebern erhaltene Flüssigkeit wird mit Jod sich nur noch gelb färben, und selbst größere Zusätze von Jod bringen nachträglich keine violett-rötliche Färbung mehr hervor.

Die Maische mag in landläufigem Sinne als verzuckert gelten, soweit das eben nach der Jodreaktion beurteilt werden kann. Aber die Erfahrung hat bewiesen, daß ein längeres Stehenlassen bei der Verzuckerungstemperatur noch über das Aufhören der Jodreaktion hinaus sehr wertvoll ist. Die Jodreaktion hört eben schon auf, ehe alle Stärke in Maltose übergeführt ist, wenn sogar noch 20 Proz. Dextrin vorhanden sind. Es ist also anzunehmen, daß eine längere Dauer der Verzuckerung doch noch Umsetzungen ermöglicht, die mit Jod nicht mehr verfolgt werden können, aber durch bessere Gärung und Ausbeute zutage treten. Sie beginnen aber erst, nachdem die mit Jod kontrollierbare Verzuckerung schon eingetreten ist. Wird z. B. bei zu kleiner Mälzerei und unerwartetem Bedarf an Grünmalz ein mangelhaftes zu junges Malz genommen, dann können 3 Stunden Verzuckerung gerade hinreichen, um das Verschwinden der Jodreaktion, nicht aber die wertvollen nachträglichen Veränderungen der bereits verzuckerten Maische herbeizuführen. Ist also nach 2 Stunden die Verzuckerung gemäß der Jodreaktion auch als beendet anzusehen, so wärmt man doch wieder auf die $62^1/_2$ oder $63^3/_4{}^0$ auf und läßt weiter 1 bis 2 Stunden stehen. Entweder gehen hierbei die Dextrine noch mehr in Maltose ganz ähnliche Körper über oder die Eiweißstoffe erleiden entsprechende Veränderungen. Der Verfasser konnte bei einer auf 6 Stunden ausgedehnten Verzuckerung, die bereits nach 2 Stunden keine Jodreaktion mehr ergab, noch Vorteile für die Arbeit konstatieren. Da man aber aus oben angeführten Gründen unter keinen Umständen die Säurung abkürzen sollte, so kann für diese „Nachverzuckerung" meist nur ein Zeitraum von 2 Stunden, also für die ganze Verzuckerungsdauer ein solcher von 4 Stunden benutzt werden. Nach Ablauf dieser Zeit wird durchgerührt und an dem Thermometer die Erniedrigung der Temperatur festgestellt. Das macht ja keine Arbeit und gibt, wie gesagt, Anhaltspunkte für die Abkühlung der Maische pro Stunde. In einer entnommenen Probe wird der Saccharometer- und Säuregrad bestimmt. Die bei $63^3/_4{}^0$ verzuckerte Maismaische wird nach 2 Stunden der „Nachverzuckerung" vielleicht noch $62^1/_2$ bis $62^3/_4{}^0$ haben. Nun leitet man bei laufendem Rührwerk und geöffnetem Deckel, damit auch die Luft zur Abkühlung beitragen kann, Wasser durch die Kühlschlange.

Sobald die Temperatur 61° beträgt, wird die Milchsäureaussaat zugegeben. Wie weiter oben erwähnt, ist da und dort üblich, die Aussaat erst einzuimpfen, wenn die Abkühlungstemperatur für den Beginn der Säurung ziemlich erreicht ist, um, wie man annimmt, die Milchsäurebazillen gleich in passendere Temperaturen zu bringen. Es wird deshalb auf 55° abgekühlt, 4 Stunden gesäuert und dann durch Aufwärmen auf 58 bis 59° die Säurung kurz unterbrochen, die nach Erreichung dieser Temperatur bei langsamem Abkühlen wieder weiter gedeihen soll. Nach des Verfassers Ansicht ist dies ein umständliches und wenig zweckmäßiges Verfahren. Die Stäbchen fangen bei 55° ihre Tätigkeit an und werden plötzlich in ein wärmeres Medium versetzt, was der Verfasser, der oft Maischen so führte, aus theoretischen und praktischen Gründen nicht für gut halten kann. Gibt man die Aussaat bei 60 bis 61° zu, dann kommen die Erreger ja in eine für schnelle Tätigkeit ungewohnte Wärme, die ihnen aber für ihre spätere Arbeit bei tieferer Temperatur nichts schadet, dagegen den vielleicht vorhandenen schwächlichen Genossen und feindlichen Verwandten verderblich ist. Die Abkühlung geht ja auch verhältnismäßig

rasch vor sich. Die Maismaischen säuern nun nicht so leicht und gleichzeitig rein als solche ohne Mais, besonders wenn die Maisgaben über 40 Proz. hinausgehen. Aber die Aussaat der Milchsäurestäbchen mit Reinkultur oder, wie oben angegeben, mit entnommener, gesäuerter und rasch gekühlter Maische, erleichtert die Sache sehr, zumal durch die höhere Verzuckerungstemperatur von $63^3/_4{}^0$ die vorhandenen Konkurrenten so gut wie ausgeschaltet sind. Man gibt also bei 60 bis 61° die Reinkultur oder etwa 3 Liter Aussaat einer vorhergegangenen Maischung zu und kühlt für eine Säurung von 15 Stunden, die dringend geboten ist, auf $58^3/_4{}^0$ ab. Bei $59^1/_4{}^0$ ist das Wasser bereits abzustellen, um zu sehen, wie weit das in der Schlange vorhandene Wasser die Maische abzukühlen vermag. Meist wird die Temperatur noch um etwa $^1/_4{}^0$ erniedrigt. Werden $58^3/_4{}^0$ nicht erreicht, so leitet man vorsichtig ein wenig Wasser durch den Kühler, bis die Temperatur genau erreicht ist; kurz vorher werden auch schon die Deckel geschlossen. Dann wird das Rührwerk abgestellt und die Maische der Säurung überlassen. Besonders sei bei dieser Gelegenheit auf die Kontrolle des Wasserhahnes für die Kühlschlange aufmerksam gemacht. Wenn nämlich dieser nicht dicht schließt, so sickern fortwährend geringe Mengen Wasser durch die Schlange, wodurch die Maische in der Nähe der Schlange abgekühlt und unter Umständen eine falsche Säurung begünstigt wird.

Ebenso ist auf das Dichtschließen der Dampfventile zu achten, das ohnehin ein wunder Punkt dieser Armatur ist. Dazu kommt noch, daß sie beim Arbeiten immer nur schwach geöffnet werden und dann an den Dampfdurchgangsstellen am Kegel und Sitz kleine Ausfressungen zu zeigen pflegen. Im kleineren Betriebe kann man ja das Hauptdampfventil für den Maischraum abstellen, was im Großbetrieb nicht angeht, weil fortwährend Dampf gebraucht wird. Ist das Dampfventil nicht mehr ganz dicht, dann treten geringe Mengen Dampf durch und wühlen als Kondenswasser die säuernde Maische auf.

Die Roggenmaische wird mit Ausnahme der niedereren Verzuckerungstemperatur ebenfalls wie die Maismaische behandelt, zeigt nach 1 Stunde noch in der Auspressung der Treber eine violett-rötliche Reaktion, wird wieder auf $62^1/_2{}^0$ gebracht und noch 1 Stunde verzuckert. Man lasse sich ja nie, auch bei Arbeit mit Aussaat, zu einer Verzuckerungstemperatur von 65° überreden; denn sie bedeutet wohl schnellere Verzuckerung, aber große Eiweißverluste.

Nach der zweiten Stunde zeige die Probe der gut durchgerührten Roggenmaische keine Reaktion mit Jod mehr; aber trotzdem wärmt man kurz auf $62^1/_2{}^0$ auf, stellt das Rührwerk ab und läßt noch 2 Stunden aus oben angeführten Gründen stehen.

Danach wird das Rührwerk eingerückt und mit der Kühlung begonnen. Die Maischen ohne Mais säuern bekanntlich leicht und zugleich rein. Durch die Temperatur von $62^1/_2{}^0$ sind alle feindlichen Spaltpilze in den 4 Stunden so gut wie abgetötet; die wärmeliebenden Milchsäurebazillen sind aber noch sehr kampfbereit. Man kühlt nun, da die Ansäurung etwas langsamer verläuft, statt auf $58^3/_4{}^0$ auf $57^1/_2{}^0$ ab, wobei man vorsichtshalber den Wasserhahn früher schließt, ehe das Hand-Thermometer die gewünschte Temperatur zeigt. Bei den für die beiden Maischen angegebenen Anfangssäurungstemperaturen ist ein Raum angenommen, der die Maische innerhalb 15 Stunden nur eine Abkühlung auf 54 bis 55° durchmachen läßt. Nachdem der Vormaischer gut zugedeckt, der Dunstabzug gut geschlossen, Wasser und Dampf abgesperrt sind, bleibt die Maische ruhig stehen. Was nun den Verlauf der Säurung

anlangt, so ist es nach des Verfassers Ansicht besser, sie tritt nicht zu schnell auf, wenigstens nicht so, daß sie schon nach etwa 3 Stunden sichtbar ist. Wenn nämlich die abgekühlte Maische steht, setzen sich die groben Hülsenteile rasch ab und lassen oben eine fast klare, rötlichgelbe Flüssigkeitsschicht erkennen. Diese ändert nun ihr Aussehen nicht, bis etwa 1 bis 1,5° Säure pro 100 ccm entstanden sind, sondern bleibt ziemlich klar wie anfänglich. Dann aber ändert sich das Bild. Die bis jetzt klare Flüssigkeit wird zuerst schwach opaleszierend, trübt sich immer mehr und bildet milchige Wolken.

So weit läßt man es nicht kommen, ohne einmal, etwa nach 3 Stunden, durchzurühren. Es ist klar, daß die Säurung in der Nähe der Wandung und des Bodens zuerst beginnt. Dadurch, daß man nun nach etwa 2 bis 3 Stunden seit Anfang der Säurung mit dem Rührwerk die Maische durcheinandermischt, werden die äußeren Schichten mit ihrem bereits sehr tätigen Bazillenreichtum gut in der Masse verteilt. Anfangs treten die Milchsäurebazillen immer in den einzelnen kleinen Stäbchen auf, die erst mit zunehmender Säurung länger werden und sich aneinanderreihen. Nach 3 Stunden ist, trotzdem Mengen von Stäbchen in der beim Durchrühren entnommenen Probe zu sehen sind, der Säuregrad kaum nennenswert, um 0,1 bis 0,2° pro 100 ccm, gestiegen und die Flüssigkeit über den Trebern noch klar. Nach dem ersten Durchrühren bis zum Ablauf weiterer 3 Stunden fängt die klare Maische langsam, gegen die sechste Stunde der Säurung hin schon deutlich sich zu trüben an und zeigt dann bei einer Säurezunahme von 0,5° schon zahlreiche Stäbchen. Nun wird wieder durchgerührt und weitere 3 Stunden stehen gelassen. Gerade in den ersten 9 Stunden hält der Verfasser das zwei- bis dreimalige Rühren für nötig und zweckmäßig, weil in dieser Zeit die Ansäurung einsetzt und, von außen beginnend, sich der ganzen Maische mitteilen muß, damit die ganze Masse, gleichmäßig mit wachsenden, tätigen Bazillen versorgt, durchgreifend säuert, und, wenn die Hauptsäurung anhebt, in der ganzen Maische ein gut verteiltes Heer von Bazillen tätig ist, das in seiner Übermacht jede Gegenarbeit ausschließt. Daß das Durchrühren der säuernden Maische auch bei der Arbeit mit Aussaat sehr nützlich ist, leuchtet ein, weil bei ihr die Maische für die Säurung nur auf die eingeimpften Erreger angewiesen ist. Man rührt also in jedem Falle etwa nach der dritten, sechsten und neunten Stunde durch und kann dann ohne irgendwelche Gefahr während der letzten sechs Stunden der 15 stündigen Säurung die Maische sich selbst überlassen. Von der sechsten Stunde der Säurung an beginnt sich die Maische immer mehr zu trüben, wird milchig, bildet dicke Wolken, bis schließlich die vorher klare Maische ganz undurchsichtig geworden ist. Von der sechsten Stunde an wächst die Säure rasch auf 1,0° und bis zur neunten Stunde auf 2,5°, so daß, die 1,6° Säure der süßen Maische mitgerechnet, nach 9 Stunden etwa 4° Säure vorhanden sind. Bis zum Schluß der Säurung in 15 Stunden sind dann gegen 6,4° Säure in der gesäuerten Maische enthalten, die sich beim Sterilisieren durch kondensierenden Dampf auf etwa 6° ermäßigen.

Wo man von der Ansicht ausgeht, daß die Säurung nur die Bildung einer gewissen Säuremenge zum Schutz für die Hefe bedeutet, wozu sich eben die Milchsäure gut eigne, vollzieht man die Säurung vielfach so, daß die auf die Säurungstemperatur abgekühlte Maische — mit oder ohne Aussaat — einfach während der 15 Stunden stehen bleibt. Daß dabei eine von außen nur langsam nach innen sich fortpflanzende Bazillenarbeit verläuft, ist natürlich.

Daraus folgt, daß in 15 Stunden die äußeren Schichten stark, die inneren dagegen fast nicht gesäuert haben, daß also der Säuregrad der Maische am Ende der Säurung einfach einem Gemisch von ungesäuerter und gesäuerter Maische zukommt. Wenn wir so zu säuern versuchen, dann können wir mit einem langen Glasröhrchen in der Mitte der Maische Proben ohne Säurung herausholen, die kaum Bazillen aufweisen. Nun bedeutet aber die Säurung doch unzweifelhaft auch starken Eiweißabbau, der um so intensiver verläuft, je höher die mögliche Temperatur gewählt wird. Bei niederen Temperaturen, die sich mehr der Optimaltemperatur nähern, findet nur starke Säurung mit geringem Eiweißabbau statt. Die letztere Tätigkeit der Stäbchen entspricht der rein zymatischen Arbeit der Hefenzelle, die erstere gleicht mehr derjenigen der wachsenden Hefezelle: dort fast ausschließlich Zuckerzersetzung, hier Eiweißspaltung in Zucker und proteïnähnliche Körper. So die Milchsäurebazillen. Bei 48 bis 53° erfolgt nur starke Säurebildung aus Maltose, bei 53 bis 60° etwas langsamere Säurebildung mit starkem Eiweißabbau. Sie spalten also, warm arbeitend, vermutlich das Eiweiß in Zucker und Restproteïne und vermehren sich dabei mehr in einzelnen wohlausgebildeten Stäbchen; bei niederer Temperatur zeigen sich meistens die langen Formen, und zwar bei geringerer Vermehrungstätigkeit, aber stärkerer Säurebildung; die Stäbchen verarbeiten fast nur den vorhandenen Zucker. Daraus ergibt sich folgendes: Die Säurung muß bei möglichst hoher Temperatur begonnen und in langsamer Abkühlung durchgeführt werden, so daß eine langsame Ansäurung stattfindet und die gewünschte Säuremenge in längerer Zeit, nicht unter 15 Stunden erzielt wird. Die Abkühlung der gesäuerten Maische darf in dieser Zeit nicht unter 54 bis 55° Enddurchschnittstemperatur heruntergehen. Bei dieser Art der Säurung lohnt es sich deshalb stets, etwas mehr Milchsäure zu erzielen, so daß man noch bei 7° Säure bis 40 Proz. sehr schöner und guter Hefe bei guter Alkoholausbeute erhält. Man braucht darum mit den hohen Säuregraden wegen der Hefenausbeute und der vermeintlichen Zuckerverluste nicht ängstlich zu sein; denn die nach obigen Darlegungen gewonnene Milchsäure entstammt dann dem aus dem Eiweiß abgespaltenen Zucker und bedeutet somit einen hohen Gehalt der gesäuerten Maische an für die Hefe leicht diffusiblem Eiweiß.

Mit den bei niederen Temperaturen gewonnenen ebenso hohen Säuregraden arbeitet man erklärlicherweise deshalb nicht gut. Man lasse also, wie angegeben, die Säurung bei höherer Temperatur beginnen und in langsamer Abkühlung der Maische anwachsen. Zur Unterstützung dieser Forderung rühre man alle 2 bis 3 Stunden um, damit eine zu starke und ungleiche Abkühlung und ungünstige Säurung vermieden und die Erreger stets gleichmäßig in der Maische zu durchgreifender Arbeit verteilt werden. Man wird so nach beiden Methoden — mit oder ohne Aussaat — sehr gut arbeiten können. Man leite also etwa bei 58 bis $58^1/_2{}^0$, eventuell in warmem Lokal bei $57^1/_2$ bis 58° die Säurung ein und erreiche dann in 15 Stunden etwa eine Durchschnittstemperatur der gesäuerten Maische von nicht unter 54°.

Ist der gewünschte Säuregrad erreicht, dann rückt man das Rührwerk ein, wartet bis die Maische, die sehr angenehm säuerlich riechen und schmecken wird, gut gemischt ist und gibt dann Dampf. Es handelt sich nun darum, die Maische zu sterilisieren, d. h. so weit zu erwärmen, daß die Milchsäurebildung unterbrochen und ausgeschaltet wird. Man läßt gemäß den Darlegungen weiter oben so lange Dampf ein, bis die Maische die Temperatur von 70° hat,

halte diese Temperatur einige Zeit (etwa 15 Minuten) und bringe dann die Maische, nachdem eine Probe zur Saccharometrierung und Titrierung entnommen ist, zur Läuterung.

Die gesäuerte sterilisierte Maische soll etwa 6° Säure aufweisen, doch schaden, zumal im Sommer, 6 bis 7° aus oben angeführten Gründen nicht im mindesten; sie beeinflussen die Hefe nicht ungünstig, im Gegenteil, wenn warm und langsam gesäuert wird. Doch bieten schon 5,6 bis 6° Säure die Gewähr für gute Ausbeute und Qualität. Interessant ist, daß trotz des Einkochens von Dampf als Wasser in die Maische der Saccharometergehalt der gesäuerten sterilisierten Würze größer ist als der der süßen Maische; es sind also, wie oben schon erwähnt, während der Säurung sicher Stoffe in nicht unerheblicher Menge in Lösung gegangen. Die Saccharometeranzeige soll etwa 11° Balling betragen. Irgend eine Jodreaktion darf die sterilisierte Maische nicht geben, sonst ist anzunehmen, daß in schlecht gequetschten Körnern sich Stärkereste der Maischarbeit entzogen und nun bei 70° während der Sterilisierung herausgekocht haben, die nicht mehr verzuckert werden können. Denn wirksame Diastase ist nicht mehr vorhanden, und die Hefe hat genug zu tun, die Dextrine sich nutzbar zu machen, was sie wahrscheinlich nicht könnte, wenn diese nicht durch die lange Verzuckerung der Maltose schon sehr nahe ständen. An der trüben Probe ist die Beobachtung interessant, wie mit der Arbeitsweise die Schwebestoffe sich verschieden absetzen und die überstehende Flüssigkeit mehr oder weniger milchig erscheint, um erst nach längerer Zeit beim Kaltwerden weißliche Flöckchen auszuscheiden, die dem Stickstoffgehalt nach Proteïne sein müssen. Bei schneller Abkühlung bleiben sie gelöst und kommen so der Hefe zugute.

Die gesäuerte Maische ist nun sterilisiert und kommt zum Läutern.

c) Die Läuterung der Maische.

α) Allgemeines über diesen Vorgang. Wie schon bemerkt, verläuft im Lufthefenverfahren die Gärung in der klaren, von Trebern und Schwebeteilchen völlig befreiten Maischflüssigkeit, der Würze. Die Trennung der Würze von den Trebern ist der Vorgang, den wir „Läutern“ nennen und der darin besteht, daß die Würze durch die Treber hindurchgezogen wird, wobei diese als Filterschicht dienen. Je lockerer die Treber sind, desto besser geht also das Läutern vonstatten. Das ist nur der Fall, wenn die Hülsen fast ganz erhalten sind, also das Getreide zuvor entsprechend gequetscht wird, daß es den Mehlkörper bei gerade hierzu genügender Schlitzung der Hülse, der Schale, freigibt. Ihrer Beschaffenheit nach spielen natürlich die Hülsen der verschiedenen Rohstoffe eine mehr oder weniger wichtige Rolle. Roggen und Weizen mit ihrem dünnen, zarten Spelz geben sehr wenig und sehr wenig lockeres Hülsenmaterial für die Läuterung. Der Mais hat im Verhältnis zum Mehlkörper eine dünne, wenig sparrige, elastische Schale, weshalb bei seiner Verarbeitung Lockerungsmittel nötig sind. Am meisten kommen für die Treberbildung Gerste (und wo verwendet, Hafer oder Reis in Schalen als Rohfrucht) und die Keime des Grünmalzes oder die besonders zugemaischten, vom Darrmalz gewonnenen Keime in Betracht. Am besten läutern demnach Maischen aus viel Gerste (als Grünmalz) und Roggen; sie geben sehr luftige, lockere Treberschichten, durch die die Würze gut abläuft. Bei Maismaischen

ist darum, wie erwähnt, stets ein Lockerungsmaterial nötig, als welches sich am besten Malzkeime in langer, lichter, sauberer Qualität eignen. Es werden ja auch Haferspelzen und Maisfäden dazu angeboten und verwendet, aber diese sind in den erforderlichen Mengen nicht zu haben und sind außerdem nur Lockerungsmittel, bieten also der Hefe gar nichts und bedürfen, wie die Haferschalen, einer vorherigen Auswaschung mit heißem Wasser. Wo Haferschalen verwendet werden, kommen sie in der gewünschten Menge in den Läuterbottich, werden mit heißem Wasser übergossen und ausgelaugt. Den wässerigen Auszug läßt man sauber abfließen, ehe die Maische auf die Haferschalen läuft. Die Maisfäden enthalten wohl etwas Eiweiß, aber in geringerem Maße als die Malzkeime, so daß sie mit Recht, trotz etwa gleicher Lockerungsfähigkeit für die Treber bei billigerem Preise, die Malzkeime nicht ersetzen und verdrängen können. Die Malzkeime sind eben ein wertvolles Eiweiß- und Lockerungsmaterial, was doch von nicht zu unterschätzender Bedeutung ist. Die lockere Beschaffenheit der Treber hat aber außer der Möglichkeit, daß die Würze rasch durchläuft, noch die angenehme Tatsache zur Folge, daß die in den Kapillarräumen der Treber zurückgehaltene Menge Würze klein ist. Je lockerer — wie z. B. bei Gersten-Roggenmaischen — die Treber liegen, je weiter und zahlreicher ihre Lufträume sind, desto geringer wird ihre Fähigkeit der kapillaren Aufsaugung, desto geringer also die zurückgehaltene Menge Würze, zu deren Auslaugung weniger Wasser gebraucht wird. Es ist also klar, daß, je weniger Gerste als Grünmalz genommen und dafür z. B. Kartoffel oder Mais zugemaischt wird, desto mehr Keime zur Lockerung genommen werden müssen, um gut läutern zu können. Besonders bei Kartoffelverarbeitung ist das wichtig; denn hier ist das Schalenmaterial im Verhältnis zum Mehlkörper noch viel ungünstiger als bei Mais und wird außerdem durch den Koch- und Ausblaseprozeß noch stark zerschlissen. Bei Kartoffelverarbeitung sind deshalb große Gaben an Lockerungsmaterial nötig, zumal die Pektinstoffe der Kartoffel die Schalenteile gerne aneinanderkleben, wenn bei der Maischung und Säurung nicht entsprechend gearbeitet wird. Aber selbst bei bester Beschaffenheit der Treber ist das Läutern von der Höhe der Treberschicht abhängig. Es gehört eine Minimalhöhe dazu, daß die durchlaufende Würze Zeit und Gelegenheit hat, ihre feinen Schwebeteilchen abzugeben und in den Trebern zurückzulassen; es gibt aber auch eine Maximalhöhe, die der durchfließenden Würze durch allzugroße Verteilung in die langen Kapillarräume der Treber zu viel Widerstand bietet und so das Läutern erschwert. Die Treberhöhe selbst ist abhängig von der Läuterfläche. Bei den anfangs im Lufthefengewerbe üblichen Maischungen aus Gerste und Roggen war das nicht so augenfällig geworden, trotzdem man auch da bald bestimmte Werte für die Treberhöhe und Läuterfläche kennen lernte. Man hielt es lange für hinreichend, wenn auf 100 kg Getreide $^2/_3$ bis $^7/_{10}$ qm Läuterfläche vorhanden waren, was bei Gerste und Roggen mit der sehr durchlässigen Treberschicht genügen konnte. In dem Maße, als man Mais und Kartoffel zur Mitverarbeitung heranzog, erwiesen sich diese Zahlen als zu klein, weil man es in der Hand haben wollte, den Zuckergehalt der fertig geläuterten Würze zu bestimmen, was bei mangelhaftem Läutern nicht der Fall war. Man ging deshalb so weit, die Läuterfläche normal so zu wählen, daß auf 100 kg 1 qm Läuterfläche kommt, bei welchem Verhältnis nach jeder Richtung hin gut gearbeitet werden kann.

Eine nicht leicht vollkommen zu lösende Frage war die der völligen und bequemsten Auslaugung der Treber. In der Brauerei waren hierfür schon lange im Läuterbottich mechanische Vorrichtungen vorhanden, die, wenn die Würze so weit abgelaufen war, als es klar geschehen konnte, in Bewegung gesetzt wurden und die Treber vom Boden aufwühlten, während gleichzeitig das Auslaugewasser, „das An- oder Nachschwänzwasser", zugelassen wurde. Das war eine in der Wirkung gute, aber im Ankauf und im Betriebe teuere Arbeitsweise, die eine bedeutende Armatur und Apparatur der Läuterbottiche, besonders für den Großbetrieb, beansprucht hätte. Man fand, daß man durch Aufhacken der Treber mit einer Art Kartoffelhacke fast das Gleiche erreichte, und arbeitete lange so, bis auch hier einfacher, maschineller Ersatz kam.

Der Versuch, das heiße Wasser von unten in die Treber zu drücken und diese so aufzuwühlen, mißlang; denn die Treber hielten viel zu fest zusammen. Dagegen ging die Sache sehr gut, als man komprimierte Luft dazu verwendete.

Die Ansicht aber, daß bei günstiger Treberschicht ein Auflockern während des Läuterns nicht nötig sei, ist falsch und bedeutet Zuckerverluste; denn auch dann sind für die Würze einzelne, günstigere Kanäle da, durch die sie leichter fließt, wobei sie einzelne Treberpartien meidet und nicht auslaugt. Eine Auflockerung ist also dringend zu empfehlen, besonders nach Ablauf der ersten, sogenannten „Stammwürze", die infolge ihres Zucker-, Dextrin- und Eiweißgehalts am unvollständigsten abläutert und die Treber dichter zusammenhält. Man richtet daher den Läuterbottich so ein, daß man nach Belieben den Läuterprozeß unterbrechen und von unten in die Treber komprimierte Luft einleiten kann, die bei gleichzeitig auflaufendem Schwänzwasser die Treber gut aufwühlt und der auslaugenden Wirkung des Wassers preisgibt.

Das Anschwänzen wurde früher bei den erst üblichen runden Holzbottichen — das Eisen war lange ein gefürchtetes Rohmaterial für die Geräte der Hefenfabrikation — meist mit dem sogenannten Drehkreuz ausgeübt. Dieses bestand aus zwei dem Durchmesser des Bottichs ziemlich gleich langen, im rechten Winkel zueinander gefügten Kupferrohren, die auf einer Seite mit Löchern versehen waren und sich in einer Verschraubung drehen konnten. Wurde heißes Wasser zugelassen, dann trat durch dessen Ausfluß aus den Löchern ein Rückstoß ein, der die Rohre (das Drehkreuz) in eine der Wasserausströmung entgegengesetzte Drehung versetzte. Das Wasser wurde so auf die Treber fein verteilt. Aber in dem Maße, als das Eisen an die Stelle des leicht vergänglichen Holzes trat und man zur Vergrößerung der Läuterfläche von der runden zur viereckigen Form überging, die sich auch leichter dem Raum einfügte, genügte das Drehkreuz nicht mehr, weshalb man ein System von durchlöcherten Eisenröhren im Läuterbottich anbrachte, das die Oberfläche der durch Luft aufgewühlten Treber gleichmäßig besprengen konnte.

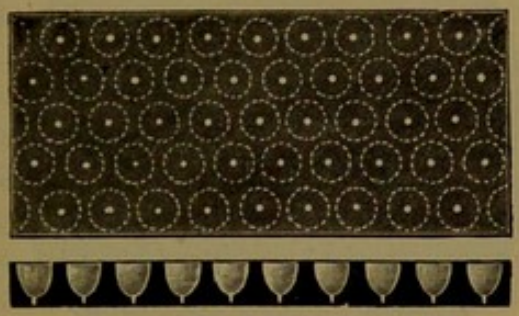
Was die Temperatur des Schwänzwassers anlangt, so ist es eigentlich natürlich, sie so hoch zu wählen, als die Würze sterilisiert wird, also mit 70°. Man kann das Wasser auch schon mit 65° nehmen, da diese Temperatur ebenfalls genügt, in den so zu sagen technisch sterilen Trebern jedes Aufkommen von fremden Organismen zu vermeiden. Aber in anderer Weise macht sich das 65 bis 70° warme Wasser nützlich; es süßt leichter die Treber aus, weil es inniger in die feinen Hohlräume der Treber und Hülsen einzudringen vermag. Das vom Kondensator des Brennapparats kommende Wasser hat etwa 70°

und läßt sich für diesen Zweck sehr gut verwenden. Zur Ergänzung der Menge dieses heißen Wassers kann das von den Röhrenkühlern ablaufende Wasser noch, wie weiter oben unter „Schlempe“ angegeben, mit der vom Brennapparat kommenden heißen Würze erhitzt und diese dabei abgekühlt werden. Natürlich läßt sich auch kaltes Wasser direkt durch einen Körtingschen Dampfstrahlinjektor auf diese Temperatur anwärmen, was aber nur bei Mangel an heißem Wasser geboten ist.

Die zuerst durch die Treber laufende Würze ist immer trübe, d. h. sie enthält noch Schwebeteilchen, bis die Treberschicht genügend dicht geworden ist. Diese trübe Würze wurde lange mit besonderen Pumpen dem Läuterbottich wieder zugeführt, was jetzt einfach mit einem Dampfstrahlinjektor geschieht, der in die Armatur eingeschaltet ist.

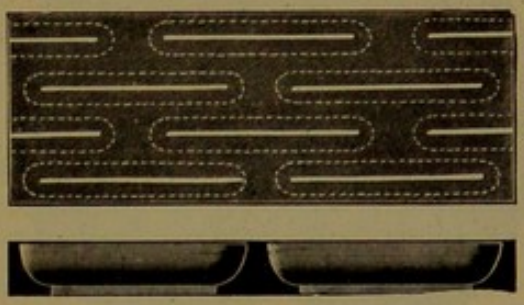
Die Kontrolle der Saccharometeranzeige der ablaufenden Würze ist durch neue Konstruktionen sehr erleichtert; die Würze läuft nämlich durch Glasrohre, in denen Saccharometer, in der durchlaufenden Würze schwimmend, stetig den Zuckergehalt anzeigen. Diese Kontrolle ist äußerst wichtig; denn man muß über den Grad der Auslaugung genau unterrichtet sein. Besonders ist darauf zu achten, ob durch einzelne Hähne noch stärkere Würze abläuft,

Fig. 222.



Gelochter gefräster Läuterboden.

Fig. 223.



Geschlitzter gefräster Läuterboden.

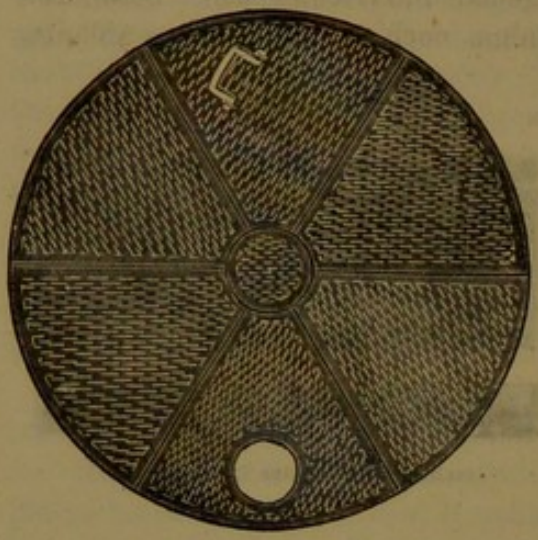
was ein Beweis dafür wäre, daß in den Trebern gewisse Schichten noch nicht gleich weit ausgelaugt sind.

Was nun das Material anlangt, aus dem die Läuterbottiche gemacht werden, so sollten neue nur noch aus Eisen gefertigt werden, das für die hohen Temperaturen der zu läuternden Maischen gänzlich unempfindlich ist. Außerdem kommt Holz nur für runde Läuterbottiche in Betracht, die aber immer mehr und mehr verschwinden und den viereckig eisernen Platz machen. Empfehlen kann deshalb der Verfasser nur mehr die letzteren, die sich leicht den meist viereckigen Räumen anpassen und bei gleicher Platzbeanspruchung etwa um ein Viertel mehr Läuterfläche aufnehmen können. Besonders wichtig ist auch, daß die viereckige Form sehr langgestreckte Formen zuläßt, wenn es die Räume verlangen.

Von Einfluß auf die Arbeit des Läuterbottichs sind sein Läuterboden und seine Armatur zum Abziehen der Würze. Die ersten Läuterböden verfertigte man aus Kupfer, dann aus Messing; man ist aber jetzt zur dauerhaften Bronze übergegangen. Man locht (stanzt) die Böden auch nicht mehr, sondern fräst die Löcher ein (Fig. 222), wenn solche besonders gewünscht werden. Vorteilhafter aber wählt man die geschlitzten gefrästen Böden, die bei großer Festigkeit auf der gleichen Fläche — Schlitzbreite und Loch-

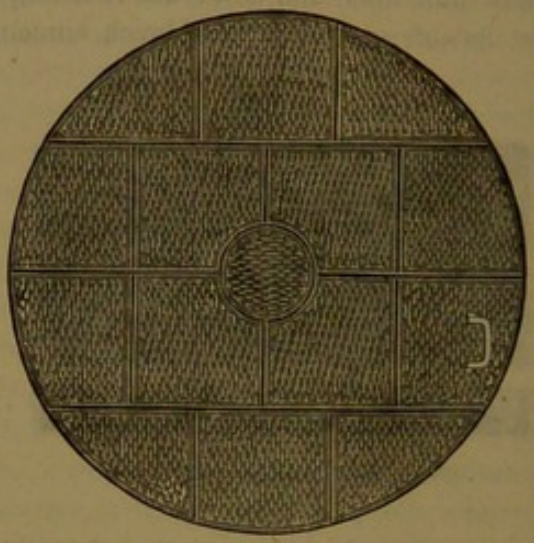
durchmesser gleich groß angenommen — ein mehrfaches (vier- bis fünffaches) des Durchganges ermöglichen (Fig. 223 a. v. S.). Diese Böden müssen leicht herausnehmbar sein, weshalb sie aus einzelnen Teilen zusammengelegt sind. Für viereckige Läuterbottiche werden nur quadratische Stücke gewählt, während bei runden Bottichen je nach Wahl die beiden Arten der Teilung (Fig. 224 und 225) möglich sind. Aber da die viereckigen Bottiche die runden immer mehr verdrängen, so dürfte die letztere Frage bald mehr ohne Bedeutung sein. Was die Armatur anlangt, so dient sie dazu, die Würze von den Trebern abzuziehen, sie zum Bottich zurückzuführen, solange sie trübe kommt, sie zum Kühler zu leiten, wenn sie klar läuft, und außerdem je nach Bedarf Dampf, Luft und Wasser in den Läuterbottich eintreten zu lassen. Da die ausgelaugten Treber als Viehfutter verkauft werden, sind im Läuterboden herausnehmbare, kleinere Teile (s. Fig. 224) vorgesehen, durch die die Treber in eine darunter liegende Transportschnecke zur Weiterbeförderung geschafft werden können.

Fig. 224.



Läuterboden in Sektorenteilung.

Fig. 225.



Läuterboden in Viereckteilung.

Diese Armatur wird in sinnreicher und zweckmäßiger Art vor dem Läuterbottich angebracht, so daß eine schnelle und leichte Handhabung möglich ist, wovon wir weiter unten sprechen werden. Die Würze läuft meist in eine quer vor dem Bottich liegende Mulde, aus der sie der Injektor, solange sie trübe kommt, ansaugt und zum Läuterbottich zurückleitet, oder aus der sie zum Kühler fließt. Unter der Mulde befindet sich der Röhrenkühler, der in seiner gedrungenen und doch so leistungsfähigen Bauart geradezu bestimmt ist, hier eine Lücke auszufüllen. Früher waren die Oberflächenkühler mit ihrem großen Wasserverbrauch und ihrer schlecht ausgenutzten Kühlfläche in Benutzung, bei denen die Würze nicht gleichmäßig über die Flächen lief. Außerdem beanspruchten sie mehr Platz, hingen meist über den Gärbottichen und waren schwer zugänglich. Heute hat der Arbeiter am Läuterbottich alles schön beieinander. Nicht unwichtig für das Läutern ist auch die Art des Eintritts der Maische in den Läuterbottich, besonders wenn sie aus dem Vormaischbottich herübergepumpt wird oder mit starkem Gefälle aus dem darüber stehenden Vormaischer herunterläuft. Der Einlauf muß so angelegt sein, daß die Maische gleichmäßig im Läuterbottich verteilt wird. Dazu empfiehlt

es sich, sie in der Mitte des Läuterbottichs einzuführen und unter dem Auslaufrohr einen Verteiler anzubringen, damit die Maische nicht in dickem Strahl auf die Böden schlägt und an dieser Stelle später eine Aushöhlung der Treber zurückläßt. Meist wird unter dem Rohr ein Konus (Spitze nach oben) angenietet, über den die herunterlaufende Maische sich gleichmäßig nach allen Seiten ausbreiten kann.

Die Reinigung des Läuterbottichs erfolgt, wenn die Läuterung vorbei ist und die Treber entleert sind, einfach durch heißes Wasser, eventuell unter Zuhilfenahme der Bürste. Die Böden müssen nach jeder Läuterung aufgehoben werden, damit der feine darunter liegende Schmutz und Sand, der bei bester Reinigung des Getreides sich nicht ganz vermeiden läßt, mit heißem Wasser fortgespült werden kann. Am einfachsten vollzieht man zum Schlusse die Reinigung, indem man, wenn der Läuterboden wieder zusammengelegt ist, etwa 200 bis 250 mm heißes Wasser einläßt und dann die einzelnen Hähne rasch nacheinander aufreißt, so daß der Schmutz unter dem Boden weggeschwemmt wird. Mit der Zeit bilden sich in den Fräsmulden der Bleche dünne braune Krusten von angetrocknetem Wasserstein und Maischresten, die man am besten dadurch beseitigt, daß man die Böden stark trocknet und dann mit einem Holzhammer schwach beklopft, wobei die Häutchen herausfallen. Die Armatur sowohl wie die Leitungen werden öfter ausgedämpft, was bei eisernen Läuterbottichen leicht geschehen kann.

Was nun die Zahl der Hähne und Rohre betrifft, mit denen die Würze von den Trebern abgezogen werden kann, so ist klar, daß es falsche Sparsamkeit wäre, hier auch nur einen zu wenig zu wählen. Etwas kann man den Fehler dadurch ausgleichen, daß man stets zwei vom eisernen Boden des Läuterbottichs abziehende Rohre in einen Läuterhahn leitet, was allerdings wieder den Nachteil hat, daß, wenn ein Rohr anfängt trübe zu laufen, der Hahn eben geschlossen werden muß, auch wenn das andere Rohr noch klar läuft. Diese Anordnung empfiehlt sich bloß dann, wenn durch die Doppelleitung zu jedem Hahn eine vermehrte Absaugemöglichkeit durch die ganze Treberschicht gegeben ist. Nehmen wir nun eine Maischung von 3000 kg an, so benötigen wir 30 qm Läuterfläche und mindestens 15 Hähne an der Läutergarnitur, so daß auf jeden 2 qm Läuterfläche kommen. Man wird deshalb jedem Hahn wohl oder übel zwei Zuleitungen geben, so daß jedes Ableitungsrohr die Trebermasse über 1 qm Fläche abzusaugen hat. Die Kapillarität der Treber bringt es ja mit sich, daß die unten abgenommene Würze durch die ganze Masse die Flüssigkeit nachsaugt. Um aber dessen sicher zu sein und zu verhindern, daß die Flüssigkeit sich größere Kanäle ausschlämmt, durch die sie rasch abläuft, ohne die daneben liegenden Schichten ebenfalls zu passieren und auszulaugen, sollte doch während des Läuterns öfter mit Luft gehörig aufgewühlt werden. Dies geschieht am besten so, daß, wenn an dem Schauglas, das jeder Läuterbottich an der Stirnseite trägt, die Treber aus der Flüssigkeit herauszutreten anfangen, das Läutern unterbrochen und eine größere Menge heißes Wasser auf die Treber gelassen wird. Dann erst führt man die Preßluft ein; die Treber werden dabei schichtenweise in die Höhe geworfen, fallen aber in dem heißen Wasser gleich auseinander und süßen sich aus. Auf diese Weise vermeidet man sicher jeglichen Verlust an Zucker und kürzt trotz der zum Auflockern verwandten Zeit die Arbeit ab, weil das Läutern wieder rascher vor sich geht.

Besonders möchte der Verfasser empfehlen, vor dem Einlassen der Maische den Läuterbottich bis zur Oberfläche des Läuterbodens mit heißem Wasser zu befüllen, damit beim Aufschlagen der einlaufenden Maische auf die Bodenbleche nicht eine Menge feines Material durch die Schlitze unter den Boden gelangen kann. Mit dem Läutern darf erst begonnen werden, wenn die ganze Maische im Läuterbottich ist und sich erfahrungsgemäß die Treber zu einer nicht mehr schwebenden, sondern schon zusammenhängenden Filtermasse zusammengesetzt haben. Öffnet man die Läuterhähne früher, dann ist die richtige Filterschicht noch nicht vorhanden; man zieht durch die Heberwirkung der herauslaufenden Würze einen Teil der Treber fest gegen den Läuterboden, wodurch der Durchgang der Flüssigkeit erschwert wird.

Auch macht man beim Anläutern die Hähne nicht auf einmal sehr weit auf, sondern öffnet langsam aus dem eben angegebenen Grunde, da man sonst nur länger trübe Würze zurückzubefördern hat. Öffnet man die Hähne rechtzeitig und langsam, dann bildet sich auch sicher die zusammenhängende Filterschicht, die gutes Läutern bedingt. Um dieses zu unterstützen, ist es unbedingt erforderlich, die Stammwürze so vollständig wie möglich auslaufen zu lassen, ehe man die Treber mit 70° warmem Wasser besprengt, „anschwänzt" und mit Luft aufwühlt. Je besser die Stammwürze ausgezogen ist, desto besser ist die spätere Auslaugung. Nach dem Ablauf der Stammwürze ist danach zu sehen, ob sich „Teig" auf den Trebern vorfindet. Es kann sich dabei bei schlechter Arbeit und mangelhaftem Malz um unverzuckertes Stärkemehl oder bei schlechter Säurung um Eiweißstoffe handeln; diese finden sich in dem auftretenden weißlichen Belag auf den Trebern, in dem „Teig", besonders dann, wenn rasch und niedrig gesäuert wurde und in der Mitte der Maische ungesäuerte Maischzonen vorhanden waren, die unabgebautes Eiweiß in die Sterilisation bringen, das daher abgeschieden wird. Die Jodreaktion wird übrigens sofort den Weg weisen. Bei der Verarbeitung von eiweißreicher Gerste zu Grünmalz tritt infolge ungenügender oder zu starker Weiche, zu kurzer oder zu kalter Führung dieser eiweißhaltige Brei manchmal auch auf. Solche Beläge auf den Trebern bedeuten stets Verluste an Hefennährstoffen und müssen durch Beseitigung der Ursache vermieden werden. Besonders leicht tritt dieser Teig bei Verarbeitung von teilweise unreif geerntetem Getreide zutage, bei dem die Rückbildung des Zuckers zu Stärke und Eiweiß noch nicht erfolgt ist und der schleimige Mehlkörper in Wasser schwer lösliche, der Diastase und Peptase schwer zugängliche Zwischenprodukte enthält.

Die nötige Anzahl der Schwänzwasser ergibt die Erfahrung nach der im Gärbottich gewünschten Menge Würze. Größere Mengen Schwänzwasser auf einmal zu geben, hat keinen Sinn, man schwänzt besser einmal mehr und stets mit so viel Wasser nach, daß die von der Luft aufgeworfenen Treber sich gut darin verteilen können. Das letzte Wasser soll nicht über 0,3° Balling aufweisen; diese Anzeige entspricht nämlich erfahrungsgemäß keinem vergärbaren Zucker mehr, sondern nur noch unvergärbaren Extraktivstoffen. Der Gang des Läuterns ist ein Maßstab für die Güte der vorhergegangenen Arbeit. Je rascher die Würze blank läuft, desto rascher wird sie im ganzen laufen, desto leichter laugen sich die Treber aus und desto freier ist die Treberdecke von Teig oder Belag. Ein mehr oder weniger opaleszierendes Aussehen der läuternden Würze, die als Stammwürze ganz milchig, undurchsichtig sein und später nur noch feine, seidenglänzende Schlieren zeigen kann, ist ein Zeichen

normaler Säurung. Man darf deshalb bei gut gesäuerten Würzen die Stammwürze nicht so lange zum Läuterbottich zurückpumpen, bis sie ganz hell ist, sondern nur, bis in einer kleinen Probe keine Schwebeteilchen mehr zu finden sind. Meist ist das in fünf, längstens in zehn Minuten der Fall. Wenn die einzelnen Schwänzwasser mit dem Saccharometer geprüft werden, so zeigt ihr mit jedem Wasser stark sinkender Gehalt den Gang der Auslaugung an, die besser vor sich geht, wenn dabei mit Luft gelockert wird; geht der Zuckergehalt der Wässer langsam herunter, dann laugen sich die Treber schwer aus und müssen doppelt gut mit Luft gelockert werden, wobei zu beachten ist, daß genügend Wasser über den Trebern steht. Zweckmäßig ist es, das Läutern so zu leiten, daß am Ende desselben stets gleiche Mengen Würze im Gärbottich sind.

Was die Kühlung der Würze anlangt, so werden wir sie bei der Gärung der Würze mit besprechen müssen. Benutzt werden zur Abkühlung, wie schon erwähnt, die Röhrenkühler, die — das ist wichtig — groß genug sein müssen, so daß sie bei bestem Verlauf der Läuterung die maximal zulaufende Würze noch soweit als gewünscht abzukühlen vermögen, da sonst ja der Läuterprozeß aus Rücksicht auf den Kühler verlangsamt oder die Würze zu warm zum Gärbottich geleitet werden müßte.

β) Die zur Läuterung dienenden Apparate. Fig. 226 (a.f.S.) zeigt uns einen Läuterbottich aus Holz von schwach konischer Form, wie sie manchmal noch verlangt und von den Fabriken deshalb geliefert werden. Kommt es doch auch nicht selten vor, daß vorhandene Bottiche zum Läutern umgebaut werden sollen, was immer eine Ersparnis am falschen Platze ist. Denn meist fehlt es dann an der Läuterfläche und die Umarbeitung kostet so viel wie ein neuer Läuterbottich. Man kann da ruhig den Spezialfabriken nachgeben, wenn sie zu einer Neuanschaffung raten, wie überhaupt das „Stillstand ist Rückschritt“ nirgends mehr als in unserem Gewerbe gilt, indem die stete Modernisierung des Betriebes eine gute Kapitalsanlage ist.

Aus Fig. 226 ersehen wir ganz gut die prinzipielle Konstruktion des Läuterbottichs. Oben im Bilde ist die Anschwänzvorrichtung sichtbar, die sich durch Rückstoß des Wassers in Drehung setzt. Ihre Verteilungsrohre sind an den Enden mit Verschraubungen versehen, damit sie gut gereinigt werden können. Der Läuterboden ist durch eine Strichlinie angedeutet und liegt meist 20 bis 25 mm über dem eigentlichen Boden des Läuterbottichs. Links sehen wir die Austrebervorrichtung, deren Verschluß ein Teil des Läuterbodens ist. Vom Boden ziehen die Kupferrohre weg, die mit wenig Gefälle in der sogenannten „Läuterbatterie“ zusammenlaufen. Diese umfaßt die zweiteilige Mulde für die trübe und klare Würze, die Hähne und das eiserne Verteilungsrohr mit den Ventilen zu beiden Seiten für Luft und Dampf.

Die Läuterhähne besitzen einen drehbaren Auslauf, so daß die trübe Würze nach dem hinteren Becken der Mulde geleitet werden kann, von wo sie der Injektor oder die Pumpe zum Läuterbottich zurückführt. Die klare Würze aber kann in das vordere Becken gelassen werden, von wo sie zum Kühler läuft. Für das Spülwasser ist eine besondere Öffnung vorhanden. Durch eine Absperrvorrichtung steht jedes Rohr oben mit dem Sammelrohr in Verbindung, das einerseits an die Dampfleitung, andererseits an die Heißwasserleitung angeschlossen ist. Man kann also nach Absperren der Würzehähne heißes Wasser durch die Läuterrohre drücken, um die Treber zu lockern

und auszuwaschen, was nach des Verfassers Erfahrung leider nur ein schöner Gedanke ist. Diese Garnitur ermöglicht auch das Ausdämpfen der einzelnen Rohre.

Fig. 227 zeigt uns einen viereckigen Läuterbottich mit Abdeckung aus Eisenblech der Firma Bohm. Die Deckel sind in Ketten leicht laufend montiert

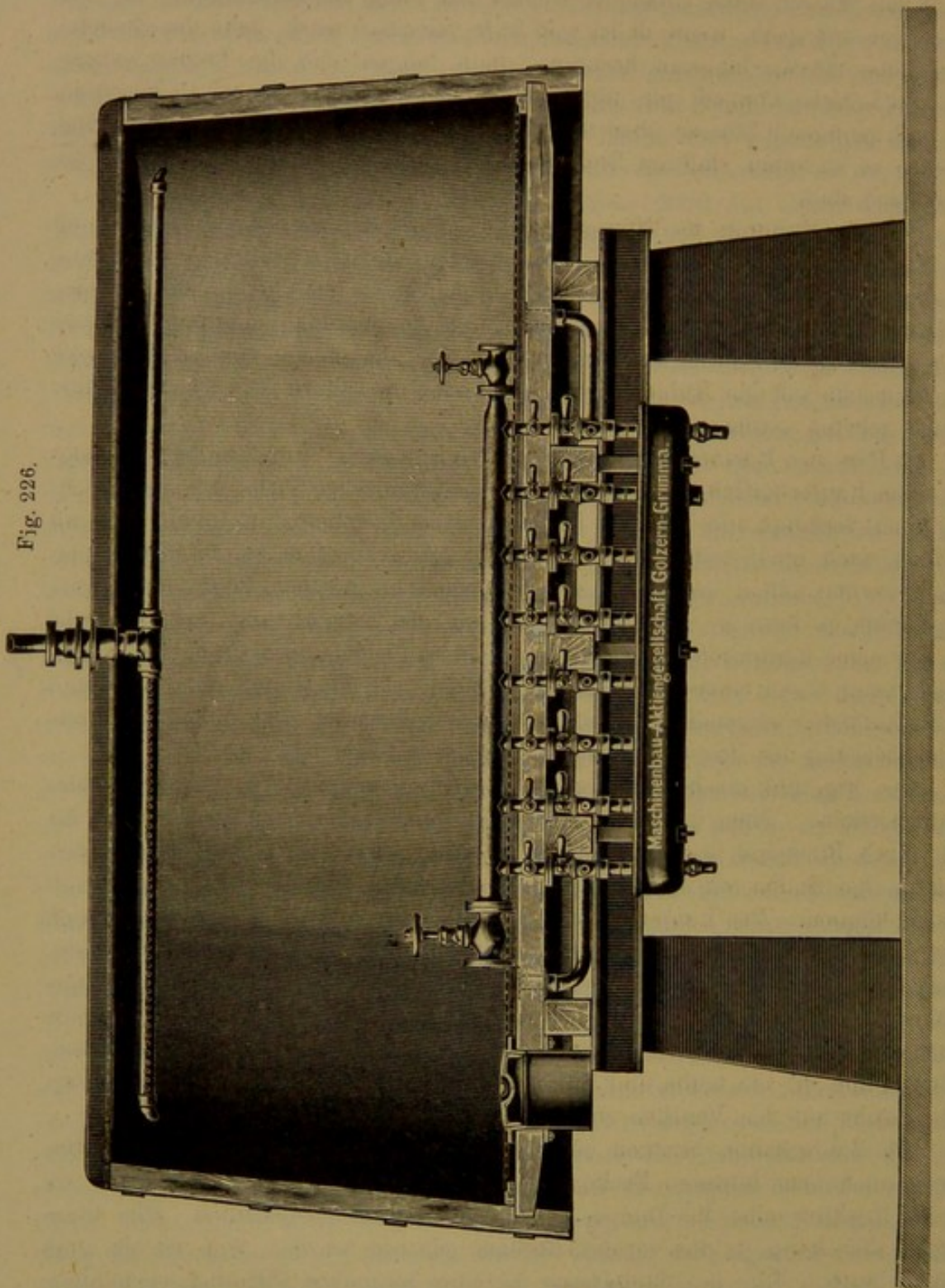
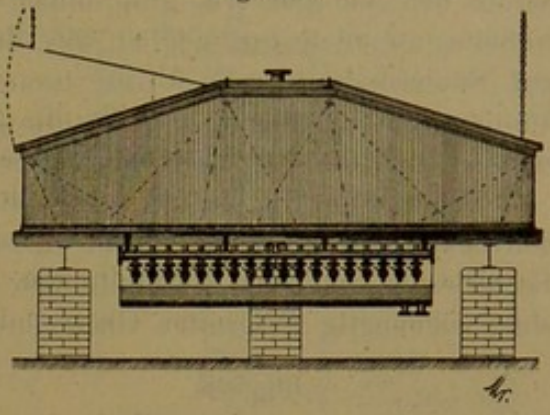


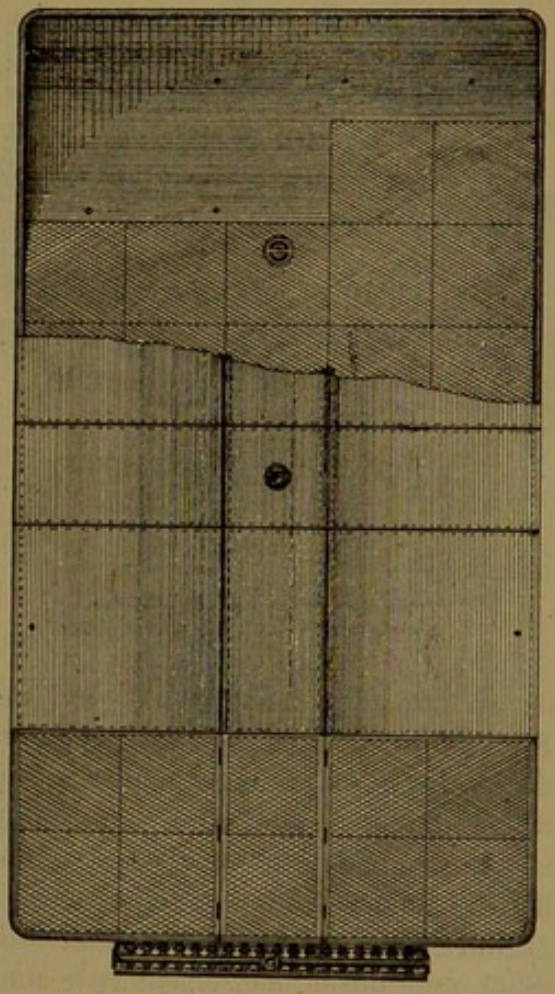
Fig. 226. Runder Läuterbottich der Firma vormals Hentschel, Golzern-Grimma.

und durch Gegengewichte ausbalanciert. Der Läuterbottich ruht wie immer auf Trägern, die selbst auf Pfeilern aus Zementmauerwerk liegen. In der Mitte ist der Läuterbottich bis zum Deckel hoch genug, daß der Arbeiter beim Austrebern gut hindurchkommen kann; infolge der aufklappbaren Deckel ist

der übrige Raum frei. Der in der Oberansicht des Läuterbottichs durch den stellenweise abgenommen gedachten Deckel sichtbare Läuterboden, der, wenn nicht anders gewünscht, aus Bronze und geschlitzt ist, wird zweckmäßigerweise in so große Quadrate geteilt, daß ein Mann bequem damit umgehen kann. Auch das Treberausstoßventil ist sichtbar, an dessen Stelle je nach Erfordernis ein eiserner Türverschluß an der Seitenwand treten kann. Zum Anschwänzen sind eine Reihe von Röhren angebracht, die oben den Wänden entlang ziehen und so mit Lochreihen versehen sind, daß sie die völlige Besprengung der Treberfläche ermöglichen. Für runde Bottiche, die die Firma auch auf Wunsch aus Eisen oder Holz herstellt, käme der sich drehende Anschwänzer in Betracht. Die Läuterbatterie enthält eine zur völligen Aussüßung nötige Zahl Läuterhähne mit Läuterrohren. Die Läuterhähne, nach dem Dreiwegsystem konstruiert, besitzen zwei Abläufe; der eine geht frei zur Mulde und dient der Ableitung der trüben Würze. Der andere mündet in das eiserne Sammelrohr, das selbst wieder an die Heißwasser-, Luft- und Dampfleitung angeschlossen ist. Beim Läutern stellt man die Hähne so, daß die trübe Würze zur Mulde und von da mit Pumpe oder Injektor wieder in den Läuterbottich gelangt. Läuft die Würze klar, so stellt man den Läuterhahn um, so daß die Würze nach oben in das Sammelrohr und von da zum Kühler fließt.

Fig. 227.





Viereckiger Läuterbottich aus Eisen der Firma Bohm.

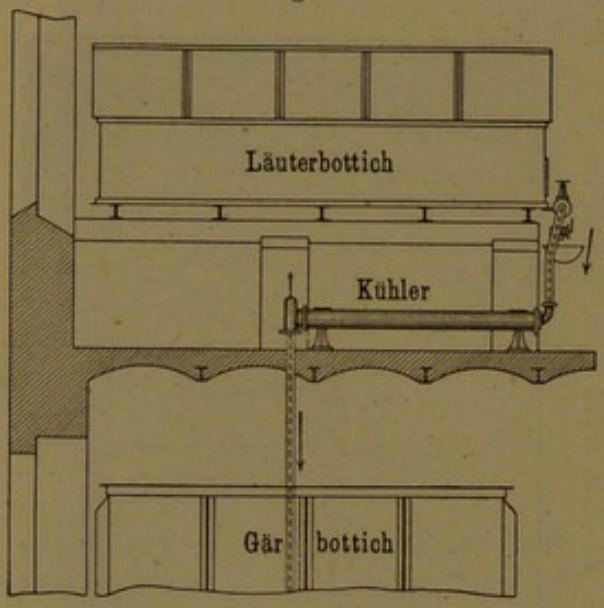
Soll angeschwänzt werden, so schließt man die Läuterhähne nach oben und unten ab und drückt zuerst heißes Wasser und danach Luft durch das Sammelrohr in die Treber. Dadurch daß die reine Würze den Weg vom Läuterbottich bis zum Kühler von der Luft abgeschlossen zurücklegt, ist ihre Infektion unterwegs, wie z. B. in der offenen Mulde, ausgeschlossen. Das Läutern geht so gut vonstatten, da es nicht mehr möglich ist, daß z. B. ein Hahn Luft einzieht. Ein Nachteil dabei ist der, daß man die Würze auf ihre Sauberkeit durch häufiges Probenehmen kontrollieren muß, weshalb da und dort trotz dieser Armatur auch die reine Würze wieder zur Mulde und von da zum Kühler gelassen wird. Fig. 228 (a. f. S.) zeigt uns die Anordnung des

Läuterbottichs, von dem die Würze zum Kühler und von da zum Gärbottich läuft.

Fig. 229 und 230 zeigen uns die neueste Konstruktion eines viereckigen, eisernen Läuterbottichs der Firma Strauch u. Schmidt in Neiße; besonders die Läutergarnitur stellt sich als etwas Neues dar. Während die Firma Bohm bereits den richtigen Weg ging, indem sie die reine Würze geschlossen abführte, wobei es nur nicht gut möglich war, die durch das Sammelrohr fließende Würze auf Sauberkeit immer ohne besondere Probenahme kontrollieren zu können, hat die Firma in Neiße die geschlossene Ableitung der Würze dahin ergänzt, daß die durchlaufende Würze stets beobachtet werden kann.

Wie aus der Fig. 230 (S. 558) ersichtlich ist, besteht die Läuterbatterie aus den bekannten einfachen, leicht zu reinigenden Hähnen, einem geschlossenen Batterierohr und aus Verbindungen der Hähne mit diesem Rohr mit Hilfe eines eigenartig geformten Glaszylinders, in dem ein kleines Saccharometer untergebracht ist. Die Würze kann also beim Durchfließen der gläsernen Verbindungsstücke ständig auf ihre Reinheit und ihren Zuckergehalt, und zwar von jeder Seite aus, beobachtet werden. Die Form des Verbindungsstückes, das mit einem leicht aufklappbaren Deckel versehen ist, gestattet eine mechanische Reinigung mit einer Bürste. Die eigenartige Gestaltung ermöglicht das Einsetzen eines Saccharometers, das auch so im abgeschlossenen Raum in der Würze schwimmend den Zucker der eben läuternden Würze immer anzeigt. Bei dieser Anordnung sind demnach die Vorteile der geschlossenen Würzeabführung durch die Möglichkeit der dauernden Kontrolle der Würze auf Zuckergehalt und Reinheit noch erhöht. Die Gesamtansicht Fig. 229 stellt einen viereckigen Läuterbottich dar, der sein Anschwänzwasser durch die in der Seitenansicht vorn links sichtbare Einrichtung erhält, die aus dem Kaltwasserzufluß und Dampfstrahlinjektor besteht. Die Mulde nimmt die zuerst kommende trübe Würze aus den einfachen Hähnen auf und gibt sie an den mit einem Rohr angeschlossenen Injektor ab, der sie dem Bottich wieder zuführt. Sobald die Würze klar läuft, werden die Hähne geschlossen. Sie fließt nun durch den Glaskörper am Saccharometer vorbei zum Sammelrohr und durch dieses zum Kühler; auf dieser Seite (Vorderansicht links) ist ein Regulierhahn eingeschaltet, damit man den Gang des Läuterns in der Hand hat und eventuell gegen Ende eines Schwänzwassers etwas drosseln kann, um eine allzugroße Saugwirkung des Kühlers zu verhindern. Am Würzerohr, das zum Kühler führt, ist ein Stutzen für das Reinigungswasser angebracht. Durch die drei Stutzen rechts am Sammelrohr kann heißes Schwänzwasser und Luft zum Auflockern und außerdem noch Dampf zum Ausdämpfen aller Leitungen zugeleitet werden. Diese Bauart mit der neuen Garnitur dürfte

Fig. 228.



Schema über die Anordnung: Läuterbottich—Kühler—Gärbottich.

wohl einen bedeutenden Fortschritt dieser Technik bedeuten und großen Erfolg haben. Die ganze umständliche Probenahme der Würze beim Einlauf in den Kühler oder in den Gärbottich fällt weg und ist durch ihre dauernde Kontrolle in dem eigenartig konstruierten gläsernen Verbindungsstück zwischen Hahn und Sammelrohr ersetzt.

γ) Die praktische Durchführung der Läuterung. Wir haben bereits früher erwähnt, daß nach der Säurung die Maische auf 70° aufgekocht und $^1/_4$ Stunde bei dieser Temperatur belassen wird, ehe sie in den Läuterbottich kommt. Im modernen Betriebe steht der Vormaischer über dem Läuterbottich, so daß bei Öffnung des Ablaufschiebers die Maische sich in den Läuterbottich ergießt, in den vorher bis zur Läuterbodenhöhe heißes Wasser gebracht wird. Während der Entleerung des Vormaischers läßt man das Rührwerk laufen, bis es mit der Unterkante seines unteren Rührflügels die Maische nicht mehr berührt; man stellt es dann ab, fegt mit einem sauberen Besen den Rest zur Ausflußöffnung, schwenkt mit etwas warmem Wasser nach und schließt den Ablaufschieber. Wo der Vormaischer neben dem Läuterbottich steht, wird die Maische übergepumpt und danach der Vormaischbottich und die Pumpe gut mit heißem Wasser nachgeschwenkt. Daß das Rührwerk nicht mehr in die Maische taucht, verrät sein geräuschvollerer Gang.

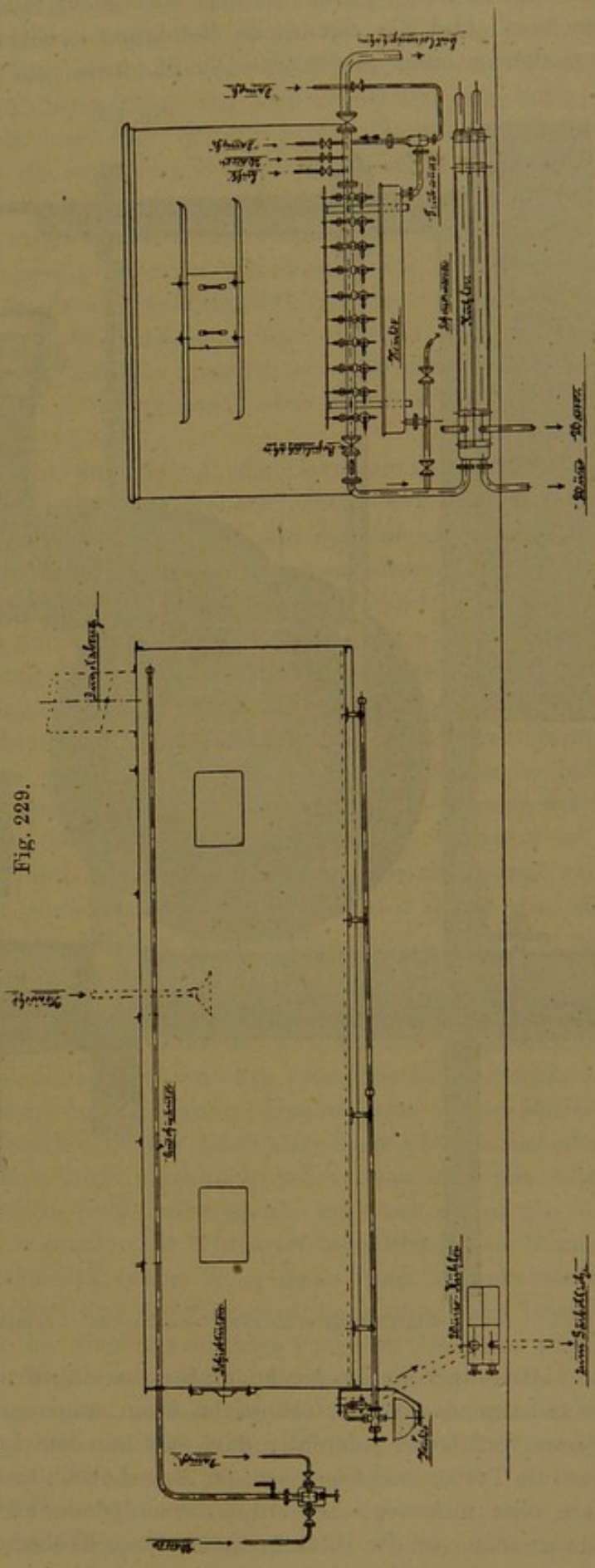
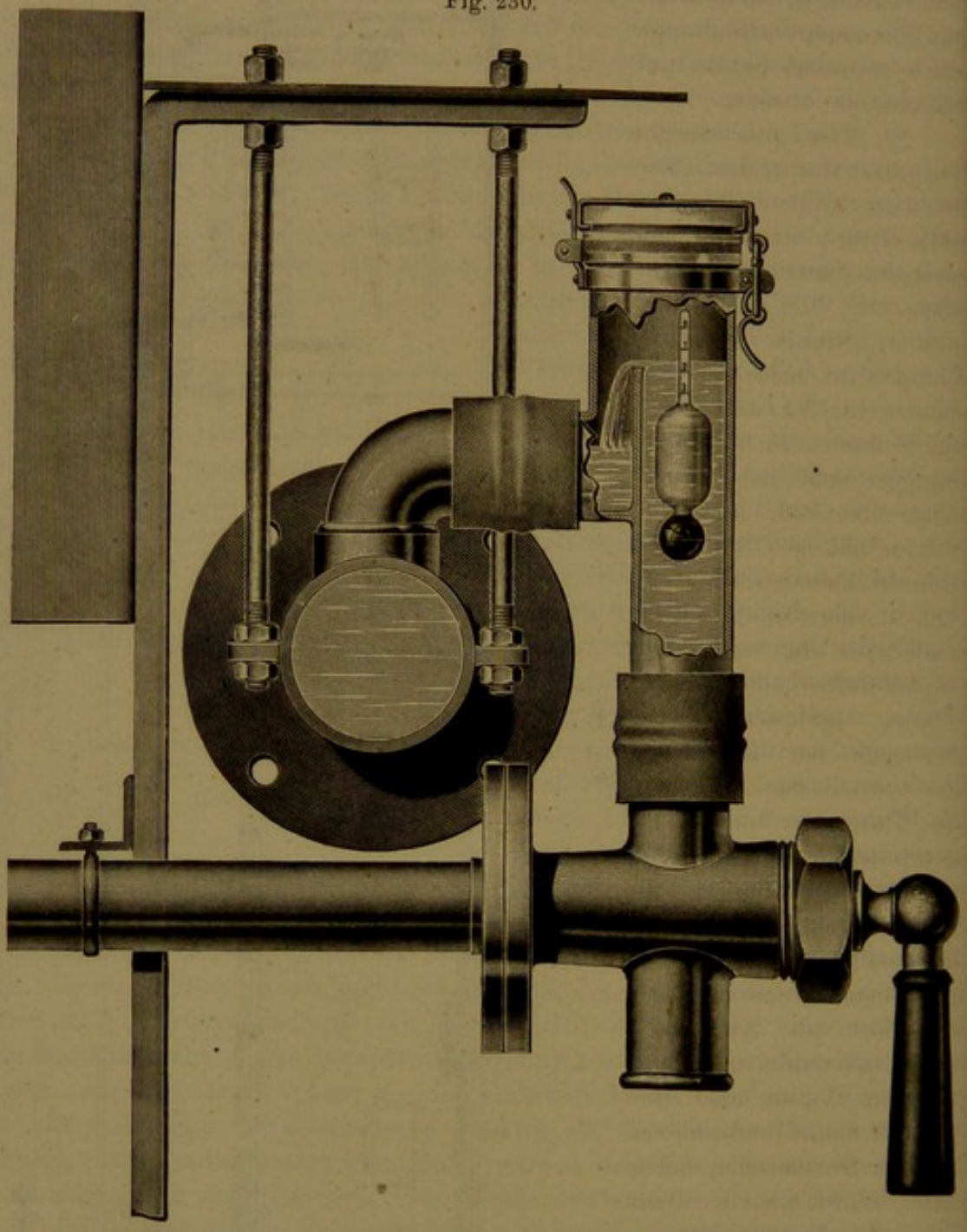


Fig. 229. Läuterbottich System Strauch u. Schmidt in Neiße O.-S.

Während im Läuterbottich sich die in der Maische schwimmenden Treber gleichmäßig verteilen, kann der Vormaischbottich mit heißem Wasser so sauber als möglich ausgespritzt werden, was leicht möglich ist, ehe die Reste antrocknen, und die eigentliche Reinigung erleichtert. Man deckt den Vormaischer zu und gibt etwas Dampf hinein, um ihn kurz auszudämpfen und

Fig. 230.



Läuterhahngarnitur der Firma Strauch u. Schmidt in Neiße O.-S.

das Verteilungsrohr des Kochdampfes von eingedrungener Maische zu befreien. Am Schauglas des Läuterbottichs kann man nun die Treber während des Setzens verfolgen; jedenfalls darf erst mit dem Läutern angefangen werden, wenn die Treber nicht mehr in der Maische sich hin und her bewegen, sondern schon eine unbewegliche, zusammenhängende Filterschicht bilden. Beginnt man zu früh vor der Bildung der festeren Treberschicht, dann reißt man nur

eine Masse feiner Teilchen mit durch den Läuterboden und zieht einen Teil der zunächst befindlichen Treber so fest auf ihm zusammen, daß bald ein langsames Läutern eintritt. Erfahrungsgemäß dauert es bei einer Einmaischung von 3000 kg in einem viereckigen Läuterbottich mit 30 qm Läuterfläche, der z. B. 4,5 m breit und 6,5 m lang sein mag, etwa 10 Minuten, bis das Läutern beginnen kann. Fängt man damit früher an, so bedeutet das eine Verlangsamung der Arbeit, weshalb man eben bis zur erfahrungsgemäßen Treberschichtbildung wartet. Da die wenigsten Betriebe heute schon die neue geschlossene mit Schauglas versehene Läutergarnitur besitzen, so sei die Arbeit geschildert, wie sie sich mit einem Läuterbottich abspielt, dessen Läuterbatterie noch die offene Mulde mit zwei getrennten Abteilungen für die trübe und klare Würze besitzt, aber mit einer Preßluftzuführung und entsprechenden Anschwänzvorrichtung zur Auflockerung der Treber versehen ist. Mit dieser Garnitur sind heute die meisten Betriebe ausgerüstet, weil die Arbeit im geschlossenen Sammelrohr ohne Schaugläser seine Umständlichkeiten und Ungenauigkeiten hat.

Die Arbeit ist dann leicht auf die mit der Garnitur von Strauch und Schmidt z. B. zu übertragen. Ist die Treberschichtbildung erfolgt, dann öffnet man langsam die Läuterhähne zur Mulde und den Zulauf zum Injektor, der die trübe Würze wieder zum Läuterbottich zurückführen soll (es kann auch mit Pumpe geschehen, was aber fast nicht mehr üblich ist), nachdem man vorher den Ablauf von der Mulde zum Kühler geschlossen hat. Man läßt nun die anfänglich dicke, mit feinen Schwebeteilchen durchsetzte Würze die Mulde etwas anfüllen und rückt dann erst durch langsames, vorsichtiges Öffnen des Dampfventils den Injektor ein. Bei schneller und zu starker Dampfzufuhr versagt er gern, weil die Würze zu sehr erhitzt wird; gegen heiße Flüssigkeiten sind aber die Injektoren empfindlich. Neuerdings werden welche angeboten, die kochend heiße Flüssigkeiten befördern. Ihre Wirkung ist ja nur eine mechanische; der durch die feine Düse ausströmende Dampf reißt die Würze mit fort, die an und für sich schon 70° hat. Öffnet man den Dampf zu stark, dann tritt im Injektor Dampfbildung auf. Man gibt also sehr vorsichtig Dampf, bis ein zischendes Geräusch anzeigt, daß der Injektor zieht. Kommen mit der Würze größere Teile wie Hülsen zum Vorschein, dann ist der Läuterboden, dessen Teile numeriert sind und etwas übereinander greifen, nicht richtig eingelegt, so daß zwischen zwei Platten vielleicht eine kleine Öffnung ist, groß genug, um die Hülsen durchzulassen. Meist legt sich diese Stelle bald zu, aber immerhin ist für die richtige Lage des Läuterbodens Sorge zu tragen. Die Würze läuft allmählich heller, was man mit einem kleinen Gläschen, das an einem Griff befestigt ist, an einer damit aus der Mulde entnommenen Probe erkennt. Die Würze ist bei 6° Säure als Stammwürze milchig, fast undurchsichtig trübe, doch kann man Schwebeteilchen gut darin erkennen. Man führt nun die Würze so lange durch den Injektor in den Läuterbottich zurück, bis die sonst milchige Probe im Gläschen, einzeln an den Hähnen und aus der Mulde entnommen, keine suspendierten Teilchen mehr aufweist. Ist dies eingetreten, so läßt man die Mulde sich noch einmal entleeren, stellt den Injektor ab und öffnet den Hahn oder das Sitzventil, wodurch der Zulauf der reinen Würze zum Kühler freigegeben ist. Anfänglich öffnet man die Läuterhähne bei der trüben Würze kaum $^1/_3$ und geht dann langsam auf $^1/_2$; läuft die Würze rein, so darf an den Hähnen nichts mehr

verstellt werden. Wir haben in dem Vormaischbottich einschließlich Treber etwa 16 500 Liter Maische, was abzüglich derselben etwa 15 500 Liter Würze entspricht. Davon werden etwa 11 000 bis 12 000 je nach dem Grad der guten Läuterung ablaufen; der Rest bleibt in den Kapillarräumen zurück, wenn die Stammwürze (die erste Würze aus der Maische) bis zu den Trebern abgelaufen ist, und muß ausgelaugt werden.

Es ist tatsächlich vorteilhaft, daß an den Hähnen nichts mehr geändert wird, wenn die Würze rein läuft. Die betreffende Hahnstellung hat eben das Sauberlaufen der Würze zur Folge, weil sie nicht stärker die Flüssigkeit abzieht, als daß die Treberschicht ihr die kleinen Teilchen noch entziehen und die Würze die in den Trebern schon abgelagerten feinen Teilchen nicht mit fortschlämmen kann. Erfahrungsgemäß ist ein gutes Läutern der Würze auch nur bei bestimmten Hahnstellungen möglich, es soll etwa $^1/_2$ bis $^3/_5$ der Hahnöffnung gerade noch offen sein. Ist der Hahn weiter geöffnet, dann ist die Heberwirkung zu stark und die Würze läuft immer trübe. Besonders beim Läutern der Stammwürze ist das zu beobachten, da über den Trebern eine höhere Flüssigkeitsschicht steht, so daß bei schnellem und zu weiten Öffnen der Hähne eine sehr starke Heberwirkung hervorgerufen wird.

Ist die Stammwürze bis zur Oberfläche der Treber abgelaufen, so beobachtet man die einzelnen Hähne scharf auf etwa einsetzendes Trüblaufen und stellt sie einzeln je nach dessen Eintreten ab, um die Stammwürze so völlig als möglich herauszubekommen; eventuell dreht man die Hähne etwas zu, so daß die Würze wohl etwas langsamer, aber noch vollständiger herausläuft. Ist klare Stammwürze nicht mehr zu erhalten, dann werden alle Hähne und ebenso der Zulauf der Mulde zum Kühler geschlossen. Man gibt nun durch den Anschwänzapparat (von oben) heißes Wasser von 65 bis 70° auf die Treber, bis es etwa 100 bis 150 mm hoch darüber steht, stellt das Heißwasser ab und öffnet das an dem eisernen, quer über den Läuterhähnen liegenden Sammelrohr befindliche Ventil für die Preßluft. Diese tritt durch das Sammelrohr in die Läuterrohre und von da durch den Läuterboden in die Treber, wirft diese in die Höhe, so daß sie zurückfallend sich gut in dem heißen Wasser auslaugen. Man lüftet etwa 5 bis 10 Minuten — einige Minuten hier sparen zu wollen, bedeutet nur Zuckerverluste und doch keinen Zeitgewinn, weil die nicht im Wasser zerteilten Treberanteile schwerer läutern —, stellt die Luft ab und beginnt, nachdem man etwa noch eine Minute gewartet hat, bis die Luft noch langsam durch die Treber entwichen ist, mit der Läuterung, die sich wie oben beschrieben vollzieht. Die anfänglich kommende trübe Würze, die natürlich jetzt schon infolge der Anschwänzung dünner, aber noch etwas milchig ist, wird mit dem Injektor zum Läuterbottich zurückgeführt, bis die Würzeprobe im Gläschen sich frei von Schwebeteilchen erweist. Bis zum völligen Blanksein kann man auch jetzt beim „ersten Wasser“ — wie man sagt — noch nicht warten, da noch der ganze Stammwürzegehalt der Treber mit herausläuft. Die von Schwebeteilchen freie Würze wird dann nach Abstellen des Injektors aus der Mulde zum Kühler geleitet.

Hatte die Stammwürze etwa 11° Balling, dann wird das erste Wasser etwa 5,5 bis 7° zeigen, je nach der Wassermenge, die beim Anschwänzen gegeben wurde, und der Menge Stammwürze, die nicht ausgelaufen war. Wird stets etwa nach dem Schauglas in der Vorderwand des Läuterbottichs die gleiche Menge Schwänzwasser daraufgelassen, dann gibt der Durchschnittswert

der Proben laut Saccharometer einen Anhaltspunkt über den Grad des Läuterns und über die Menge der zuerst abgelaufenen Stammwürze. Nicht ohne Vorteil behandelt man das erste Wasser wie die Stammwürze, d. h. man läßt es so sauber wie möglich herauslaufen, schwänzt durch die Spritzrohre im Läuterbottich an und lüftet danach die Treber im heißen Wasser gut durch. Ist das zweite Wasser gut abgelaufen und der durchschnittliche Saccharometergehalt der Proben gegen das erste Wasser stark gesunken, sind also die Treber schon gut ausgelaugt, so kann man, was sicher besser ist und Gewinn an Zucker und Läuterungszeit bedeutet, noch einmal die so trocken wie möglich abgelaufenen Treber anschwänzen, mit Luft durchblasen und danach das dritte Wasser ziehen. Da und dort läßt man das zweite Wasser überhaupt nur soweit ablaufen, bis die Treber gerade sichtbar werden, gibt Schwänzwasser darauf und läutert ruhig weiter. Das geht aber nur, wenn z. B. Gerste und Roggen verarbeitet wird und die Treber noch nicht aus der Flüssigkeit ragen, also noch keine Luftkanäle entstanden sind und bei ganz vorzüglicher Treberschicht. Aber selbst bei dieser riskiert man die Bildung von Kanälen, durch die die Hauptmasse der Würze läuft, ohne die daneben liegenden Treber auszulaugen. Empfehlenswert ist das Auflockern der trocken abgelaufenen Treber im Schwänzwasser mit Preßluft immer nach dem Ablauf der Stammwürze und des ersten und zweiten Wassers. Gewöhnlich sind etwa vier Wasser nötig, um den Saccharometergrad der ablaufenden Würze auf 0,3° herabzudrücken und das Läutern als beendigt ansehen zu können. Unter Umständen könnte man am Ende des dritten Wassers so verfahren, daß man, wenn die Flüssigkeit gerade die Treber noch bedeckt, das vierte Wasser auflaufen läßt und ruhig weiter läutert; die Treber sind dann schon so ausgelaugt, daß das Läutern sicher und rasch geht, die ganze Masse also leicht durchdringbar ist und deshalb die Flüssigkeit sich keine besonderen Kanäle zu bilden und zu erweitern braucht. Das Einlassen von heißem Wasser unter die Treber statt dem oben angegebenen Anschwänzen widerrät der Verfasser auch dann, wenn dabei Lüftung vorgesehen ist. Das unten zugegebene heiße Wasser hebt meist die Trebermasse in die Höhe, so daß die später eintretende Luft das Wasser durchdringen muß, um zu den Trebern zu gelangen, wobei ein Teil der Luft unausgenutzt durch die poröse Filterschicht entweicht. Allerdings sinken die Treber allmählich in dem heißen Wasser unter und werden auch noch etwas ausgewaschen. Wird das Wasser von oben daraufgelassen, so verrichtet es schon Auslaugearbeit, ehe die eingepreßte Luft, um die schon völlig wassergetränkte Treberschicht passieren zu können, diese aufwühlt.

Wird eine Garnitur, wie die wirklich originelle von Strauch und Schmidt, benutzt, dann läuft eben die Trübwürze durch die Hähne in die Mulde und von dieser zum Injektor, der sie zurück in den Läuterbottich wirft. Läuft die Würze klar, dann werden die Hähne geschlossen und die Mulde wird vom Injektor leer gesaugt; die klare Würze aber steigt durch den Glaskörper in die Höhe, umspült das Saccharometer, läuft zum Sammelrohr über und von da zum Kühler. Das Auflockern und Anschwänzen erfolgt wie beschrieben. Für den Notfall ist die Einrichtung vorhanden, die gestattet, aus kaltem Wasser mit Hilfe des Dampfstrahlinjektors das heiße Schwänzwasser direkt herzustellen und dessen Temperatur nach einem eingeschalteten Thermometer auf 65 bis 70° zu regulieren. Denn in Lufthefenbetrieben gibt es heißes Wasser genug, wenn Spiritus destilliert wird; außerdem liefern die Kühler sehr viel

warmes Wasser, das leicht in einem Röhrenkühler mit Hilfe der heißen Würze des Brennapparats gemäß Fig. 203 auf die gewünschten Grade gebracht werden kann. Hierbei wird mehr erspart, als wenn die abfließende heiße Würze zum Erhitzen der kalten für den Brennapparat benutzt wird, die dann wohl heiß in den Brennapparat kommt und deshalb weniger Dampf beansprucht, dafür aber im Kondensator als kalte Würze fehlt und durch größere Wassergabe zu ersetzen ist.

Wir haben bis jetzt, obwohl das Abkühlen der geläuterten Würze eigentlich praktisch genommen beim Läuterprozeß besprochen werden sollte, doch das nicht getan, weil die Abkühlungstemperatur eben theoretisch inniger mit dem Gärprozeß zusammenhängt, der die Anstelltemperatur bedingt. Für die Kühlung der geläuterten Würze kommen ja heute aus ökonomisch-praktischen Gründen nur mehr Röhrenkühler und die verwandten Systeme in Betracht, die unter „Herstellung der Schlempe" im alten Verfahren besprochen worden sind, so daß ein weiteres Eingehen auf die Sache hier sich erübrigt. Erwähnt sei, daß die Röhrenkühler am Auslauf der Würze ein Thermometer tragen, das gestattet, deren Temperatur zu kontrollieren und danach den Wasserzulauf zu regeln. Bemerkt sei weiter, daß der Kühler stets groß genug sein muß, um die Maximalleistung des Läuterbottichs bei bester und schnellster Läuterung erledigen und die einlaufende Würze unbedingt auf die gewünschte Temperatur bringen zu können. Manche Verzögerung des Läuterprozesses wird durch zu kleine, ungenügende Kühlerleistung verschuldet, durch die man gezwungen ist, die Läuterhähne mehr als eigentlich nötig zu schließen. Und doch bedeutet schnelle und beste Läuterung im Endzweck nichts anderes als schnelle Beschaffung der gleichmäßigen Endwürze, wie die ganze geläuterte Würzemenge genannt wird, in der die Hefe unter gleichmäßigen Bedingungen weiter wachsen kann. Bei 3000 kg Einmaischung ist diese Arbeit mit 30 qm Läuterfläche und geschlitztem Läuterboden in 4 bis $4^1/_2$ Stunden zu bewältigen. Dazu gehört, daß am Ende des Laufes der Stammwürze, des ersten und zweiten Wassers, sogar des dritten Wassers durch Preßluft aufgelockert wird. Bei der so einfachen Art der Anschwänzung und Auflockerung sollte die schon oben empfohlene Betriebsweise nicht unterlassen werden, da sie die vollkommenste Auslaugung gewährleistet. Was die Zahl und Menge der Schwänzwasser anlangt, so sind sie bis zu einem gewissem Grade abhängig von der Menge der gewünschten Endwürze. Heute arbeitet man mit einer Würzemenge von etwa 40000 bis 45000 Litern bei 3000 kg Einmaischung, teilweise sogar mit 60000 Litern. Natürlich läutert man in diesem Falle, wenn die Treber bereits bis auf 0,2 bis 0,3° ausgelaugt sind, nicht weiter, um so die gewünschte Menge Endwürze zu erreichen. Man gibt dann bei einer Verdünnung, die das 15fache an Würze für 100 kg Getreide überschreitet, das Wasser einfach dem Gärbottich direkt zu. Bei etwa 15facher Verdünnung (45000 Liter pro 3000 kg) schaltet man ev. ein fünftes Wasser ein oder vermehrt, was weniger den Zweck erfüllt, die Menge der vier Wasser. Man kann dann die Treber noch besser auslaugen, um die Menge der Endwürze zu erhalten.

d) Die Gärung.

α) Allgemeines über die für die Gärung der Lufthefenwürze in Betracht kommenden theoretischen Vorgänge und ihre praktische Ausnutzung. Wie weiter oben bemerkt, handelt es sich im Lüftungs-

verfahren darum, durch Zufuhr von Luft das Wachstum der Hefe zu beschleunigen, durch Entfernung der sich bildenden Kohlensäure und durch stete Zufuhr von Sauerstoff ihren Atmungsprozeß anzuregen und zu fördern. Vor allen Dingen mußte man die Konzentration der gärenden Würze vermindern, um den sich bildenden Alkohol in jenen Grenzen zu halten, in denen er das Wachstum der Hefe nicht mehr schädigt. Wir wissen ja, daß schon bei 3 Proz. Alkoholgehalt eine schwach hemmende Wirkung wahrzunehmen ist, die bei 5 Proz. schon deutlich zutage tritt, um bei 8 bis 10 Proz. das Wachstum überhaupt aufzuhalten, wenn auch die Hefe sich an diese hohen Alkoholgehalte langsam gewöhnt und dann noch Gärwirkung, Zuckerzersetzung ausübt.

Man entschloß sich deshalb von Anfang an dazu, der Hefe als Zuckergehalt der Endwürze, in der sie die Hauptarbeit verrichten soll, im Höchstfalle, etwa 6 Proz. anzubieten; denn die fertig geläuterten Würzen hatten meist keine 6° Balling mehr und wiesen nach der Vergärung etwa 2,0 bis 2,5 Proz. Alkohol auf. Für die Stammwürze hatte man damals Zuckergrade von 13 bis 14° Balling in Anwendung, wodurch eben am Ende des Läuterns der etwas höhere Zuckergehalt der Endwürze sich erklärt. Die Luftzuführung wurde anfangs auch mehr von dem Standpunkte aus betrachtet, daß es bloß darauf ankomme, der Hefe die Kohlensäure wegzunehmen, wobei sie sich genügend mit Luft sättigen könne. Daher kamen die zuerst üblichen kleinen Luftzufuhren, die man bald wegen ihrer Unzulänglichkeit mit Erfolg durch größere ersetzte. Man ging langsam bis auf etwa 12 bis 15 cbm Luft pro 100 kg Getreide und Stunde und gewann dabei etwa 20 Proz. Hefe und 20 Proz. Alkohol. Die Hefe war von großer Haltbarkeit und Triebkraft, hatte auch bei genügender Säurung noch manches Äußere der Hefe des alten Verfahrens. Durch Steigerung der Luftzufuhr konnte nun bei den üblichen Konzentrationen keine besondere Mehrausbeute erzielt werden, es sei denn durch die Arbeit mit Generationen, indem die Hefe des Betriebes täglich weitergezüchtet wurde. Sie gewöhnte sich so langsam an die Lüftung, Säurung und Konzentration und vermehrte sich bis zu 24 und 25 Proz., büßte dabei aber an Aussehen und Haltbarkeit ein, je mehr sie sich dieser Höchstzahl näherte, die wohl überschritten werden konnte, aber nur auf Kosten der Qualität. Die Degenerierung kam urplötzlich, die innere Tätigkeit der angewöhnten und dabei verwöhnten Hefe ließ nach, sie sproßte reichlich, konnte aber ihre Tochterzellen nicht mehr ausbilden, die sie ja eigentlich ganz aus ihren eigenen Reservestoffen aufgebaut hatte; denn ihre physiologische Kraft war erlahmt, sie war nicht mehr imstande, aus der Würze genügend schnell Eiweiß und Zucker aufzunehmen und abzubauen. Es traten die Anzeichen der kommenden Flockung auf und, wurden sie übersehen, war das Unglück da; die Hefe flockte plötzlich so, daß sie in einer herausgenommenen Probe, bzw. nach Aufhören der wirbelnden Bewegung der Luft, im Zeitraum einiger Sekunden in großen Flocken zu Boden fiel; setzen konnte man das nicht mehr nennen. Von einem Pressen der Hefe war in diesem Falle keine Rede mehr. Man konnte also selbst mit vermehrter Luftgabe, nur bis zu bestimmten Höchstzahlen kommen, die etwa bei 24 Proz. Hefe lagen und sich ohne Gefahr der Flockung erreichen ließen; hatte man doch schon gelernt, diese bei wachsender Generationenzahl mit steigenden Schwefelsäuregaben zu bannen. Da nun als Stellhefe meist Hefe aus altem Verfahren in Betracht kam, die bei

den ganz fremden Verhältnissen, in der ersten Gärung natürlich, nicht gleich 20 Proz., sondern nur 17 bis 18 Proz. ergab, und die Höchstausbeute 24 Proz. etwa betrug, konnte man von einer Durchschnittsausbeute von bestenfalls 22 Proz. Hefe bei etwa 20 Proz. Alkohol reden.

Da die Alkoholausbeute fast gleich blieb, so hatte man es bei der Erhöhung der Hefenausbeute auf 24 bis 25 Proz. nur mit einer einseitig beeinflußten Lebensweise der wachsenden Hefe zu tun, mit einer Anpassung an neue Verhältnisse, die aber merkwürdigerweise eine Grenze fand. Es stand also fest, daß die bessere Lüftung die Hefenausbeute bedeutend in die Höhe schrauben läßt, daß aber bei der bisherigen Arbeitsweise ein Hindernis vorhanden sein müsse, das die von der Lüftung angeregte Vermehrung vereitele, denn die Überschreitung der Grenze bedeutete für die Hefe Verderben. Man hatte nun einerseits die Erhöhung des Säuregrades und andererseits die Gärführung bei niederen Temperaturen als Mittel kennen gelernt, mit denen man auf höhere Ausbeuten hinarbeiten kann, ohne zu sehr die Flockung, die Degenerierung, zu riskieren. Wie schon erwähnt, wurde bald erkannt, daß die Erhöhung der Wuchstätigkeit der Hefe durch Lüftung Hand in Hand gehen müsse mit der Darreichung einer Nährlösung von ganz besonders günstiger Beschaffenheit, daß demnach nur eine Würze mit bestem Zucker-Dextrinverhältnis und gutem Eiweißabbau in Frage kommen könne. Vermehrte Arbeitsleistung der Hefe mußte entsprechend günstig gesteigerte Nährstoffzuführung zur Folge haben. Aber, wie gesagt, trotz alledem blieb bei Steigerung der Luftzufuhr unter den gewohnten Konzentrationsverhältnissen von Maische und Endwürze die vermutete Hefenvermehrung aus. Man arbeitete deshalb mit den oben erwähnten Ausbeuteverhältnissen in der Annahme, daß hier eine Grenze gezogen sei, wenigstens für die Gewinnung guter Hefe. Und doch lag die Lösung so nahe, wenn man daran denkt, wie sehr sich die Hefe die so geringen Mengen Salze des Brunnenwassers zunutze zu machen versteht, was ein Vergleich zweier Hayduckscher Triebkraftproben sofort ergibt, wenn die Zuckerlösung einmal mit destilliertem Wasser, das andere Mal mit Brunnenwasser hergestellt wird. Erhöhung der Triebkraft um 50 Proz. ist die Folge!

Je mehr Arbeit die Hefe in bezug auf ihre Vermehrung leisten soll, desto fertiger gewissermaßen müssen ihr die Bausteine geliefert werden.

Die Gärwirkung der Hefe ist von der Konzentration viel weniger abhängig; sie ist ja hauptsächlich die Arbeit der Zymase, die natürlich in etwas konzentrierter Flüssigkeit ein enger begrenztes Arbeitsfeld hat. Die zymatische Leistung der Hefe ist von der Luft, ja sogar vom Leben der Zelle unabhängig; sie bedeutet bloß die Spaltung von Zucker in Alkohol und Kohlensäure. Den Zucker als leicht löslichen Körper ihr darzubieten, ist nicht schwer. Wenn die Zymase auch gegen den Alkohol, ihr Stoffwechselprodukt, in ganz großen Gaben empfindlich ist, so verträgt sie ihn doch in sehr hohen Prozentsätzen, wie auch die Kohlensäure sie nicht in ihrer Tätigkeit hindert.

Die Zymase ist nur auf die Zersetzung von Zucker eingerichtet, der ja außerordentlich leicht löslich ist; ebenso wie auch die Dextrine, die sicher auch von der Zymase und ihren Verwandten zur Verarbeitung aufgenommen werden können. Anders verhält es sich mit der Wuchstätigkeit der Hefe, bei der sie fast gar keiner Kohlenhydrate, wohl aber des Eiweißes bedarf, und zwar in Formen, von denen wir die günstigste noch nicht kennen, dagegen

einige günstige, die auch in den Rohstoffen und Maischen vorhanden sind. Die uns bekannten Amide sind es aber nicht, die die Hefe so bevorzugt, sondern wahrscheinlich amidähnliche Körper, von vermutlich noch höherer molekularer Zusammensetzung. Die Wuchstätigkeit der Hefe spielt sich mit dem Atmungsprozeß der Hefe ab, der sich wieder als Verbrennungsvorgang darstellt, unter dessen Gewalt die hochmolekularen Eiweißstoffe in eine Zuckergruppe und einen Eiweißrest gespalten werden. Erstere fällt der Zymase zum Opfer, soweit sie nicht mit dem Eiweißspaltkörper zur Bildung neuer Hefe gebraucht wird. Man sieht, die Lieferung der Nahrungsmittel für den Aufbau der Hefenzelle ist nicht so einfach wie die für die Gärwirkung der Hefe, für die zymatische Arbeit. Die Kohlenhydrate sind in der Maische als Maltose und Dextrin nicht bloß löslich, sondern infolge der Tätigkeit der Maltase (Glukase), vielleicht auch der Invertase der Hefe fast sofort diffusibel. Anders steht es mit dem Eiweiß, das wir in den Rohstoffen größtenteils fast noch in der Urform zuführen. Dieses müssen wir durch die Gestaltung des Maischprozesses mit Hilfe des die diastatische Arbeit einleitenden oder begleitenden peptatischen Abbaus und ganz besonders mit Hilfe der den Milchsäurebildungsprozeß zugleich charakterisierenden Eiweißspaltung in Formen überführen, die der Hefe, wenn auch nicht alle, aber doch teilweise direkt zugänglich sind. Die Urstoffe des Eiweißes läßt nämlich die peptatische Arbeit der Hefe unberührt, der Verbrennungsprozeß kann sie nicht angreifen, sie müssen zum mindesten so weit abgebaut sein, daß sie durch die schwach saure Reaktion der süßen Maische nicht mehr gerinnen und ausfallen. Das Eiweiß muß also im Maischprozeß etwa die Stufe der Albumosen erreicht haben, die alle löslich und der enzymatischen Spaltung durch die Hefe leicht weiter zugänglich sind. Möglich ist auch, daß die Milchsäurestäbchen mit den höheren Eiweißstoffen, was den Beobachtungen der Praxis nach anzunehmen wäre, besser umgehen und sie in leicht diffusible Formen spalten können, wie sie ja tatsächlich ganz bedeutende peptatische Arbeit leisten. Wir sehen also, wie schwer es ist, der Hefe zu ihrem Wachstumsprozeß die nötigen Nährstoffe zu liefern, und besonders dann, wenn sie nicht viel Zeit zu ihrer regen Vermehrung hat und darin Besonderes leisten soll.

Im alten Verfahren vollzieht sich diese Arbeit in zwei Phasen, einmal in dem stark zucker- und damit bald alkoholhaltigen Medium des Hefengutes, das zweite Mal in der weniger zuckerreichen Hauptmaische. Die Vermehrung auf 12 bis 14 Proz. ohne Lüftung läßt der Hefe jedenfalls Zeit, sich aus dem riesigen Eiweißvorrat durch Atmung und Verbrennung die nötigen Bausteine zu holen. Deutet doch die hohe Ausbeute an Alkohol mit 30 bis 32 Proz. darauf hin, welch nebensächliche Rolle hier die Hefenvermehrung gegenüber der Alkoholbildung spielt. Es sind ja auch bloß die Eiweißstoffe der Satzmaische abgebaut. Anders im Lüftungsverfahren, bei dem sich die Säurung der ganzen Maische als nötig erwies, wollte man der Hefe das Eiweiß zur Bildung der 20 bis 24 Proz. zur Verfügung stellen. Und trotzdem waren sie nicht in der diffusibelen Form vorhanden, in der die Hefe sie schnell genug verbrennen, in Zucker und Proteïne zersetzen und zu dem durch die rege Luftzufuhr gereizten Vermehrungsbestreben benutzen konnte. Die zuerst gewählte Endwürze von 5 bis 6° Balling lieferte eben doch in kurzer Zeit schon solche Mengen von Alkohol, die, wenn auch nur 2 Proz. betragend, bewirkten, daß der dem Luftreiz entsprechende Verbrennungsprozeß nicht weiter

geführt werden konnte, der doch selbst wieder bei seiner Eiweißspaltung Zucker zur zymatischen Zersetzung lieferte. Es müssen also die Maischen so dünn gewählt werden, daß einerseits die von der Säurung vorbereiteten Proteïne in äußerster Verteilung geboten werden und andererseits die entstehenden Alkoholmengen so gering sind bzw. soweit verdünnt werden, daß sie den Wachstumsprozeß nicht mehr hintanzuhalten vermögen. Jedenfalls verschieben sich von selbst auch Gärwirkung und Hefenbildung allein durch Konzentrationsverhältnisse, so daß mit zunehmender Verdünnung die zymatische Tätigkeit der Hefe sehr reduziert wird. Welche Rolle in diesem Doppelamt der Hefe der sich bildende Alkohol spielt, ersieht man am besten aus der Tatsache, daß man — der Verfasser hat das öfter versucht — noch mit den alten Konzentrationen des Lüftungsverfahrens bei direkter Anstellung mit Hefe alten Verfahrens durch doppelte Luftgabe wie gewöhnlich so viel Alkohol herausblasen kann, daß statt wie im Kontrollversuch 20 Proz. Hefe und 21 Proz. Alkohol 23 bis 24 Proz. Hefe und 16 Proz. Alkohol erhalten werden. Im ersten Falle war der Alkohol in der vergorenen Würze zu 2,4 Proz., im letzteren Falle zu 1,8 Proz. enthalten. Man kann hieran sehen, welche Verluste die großen Luftmengen mit sich bringen können, aber auch, welche großen Wirkungen Alkoholgehalte von 2,0 bis 2,4 Proz. auf die Hefenvermehrung ausüben können.

Die Verdünnung der Würze einerseits neben günstigster Zusammensetzung andererseits sind Vorbedingungen für die besondere Steigerung der Vermehrungstätigkeit. Jedenfalls bilden die oxydatische und zymatische Arbeit der lebenden Hefe zwei Komponenten, deren Energien einander etwa reziprok sind, so daß das Anwachsen der einen das Sinken der anderen bedeutet. Die zymatische Energie verstärkt sich bis zu gewissem Grade mit der Konzentration der Maische oder Würze, bei der die oxydatische gleich Null wird (Brennerei); die zymatische Energie sinkt aber ebenso bis beinahe auf Null, wenn durch Verdünnung des Nährbodens auch ihre Macht verkleinert wird, wobei dann die oxydatische Arbeitsentfaltung begünstigt wird (Hefenfabrikation). Durch die Verdünnung leidet die zymatische Arbeit sogar so sehr, daß sie nicht mehr imstande ist, ihr ureigenstes Feld zu begehen, den Zucker zu zersetzen, sondern zusehen muß, wie ihr dieser durch den riesig gesteigerten oxydatischen Prozeß weggenommen und vermutlich direkt zu Kohlensäure verbrannt wird. Auf diese Weise würden sich die außerordentlich niedrigen Alkoholausbeuten bei der starken Lüftung zur Gewinnung der hohen Hefenausbeuten erklären, die unmöglich nur die Folge davon sein können, daß die Luft die noch zu erwartenden Mengen Alkohol einfach mit fortgenommen hätte. Mag auch bei der Gärungstemperatur das Bestreben des Alkohols größer sein, sich der Luft als Dampf beizumischen, als das des Wassers der Würze, so ist doch sicher, daß diesen Alkoholverlusten auch größere Verluste an Würze entsprechen müßten, was aber nicht der Fall ist.

Bei dem durch die Luftzufuhr gesteigerten Oxydationsprozeß reichen die Zuckermengen, die aus der Eiweißspaltung stammen, nicht aus zur Lieferung der stickstofffreien Bausteine der Hefe; es werden dann eben noch die vorhandenen, von der Diastase gebildeten Zuckermengen der Zymase weggenommen und direkt zu Kohlensäure verbrannt. So liegen die Verhältnisse, unter denen die in den modernen Arbeitsweisen geforderten hohen Arbeitsleistungen der Hefe in oxydatischer Energie, in reiner Vermehrungstätigkeit betrachtet und

berücksichtigt werden müssen. Der in diesem neuen Verfahren sich abspielende „Gärungsprozeß", ein Ausdruck, der eigentlich nicht mehr ganz richtig, aber in oben ausgeführtem Sinne für die Lufthefenfabrikation zu deuten ist, hängt von der Temperatur und Menge der Stellhefe und von der Lüftung ab. Die Temperatur hat wieder getrennten Einfluß als sogenannte Anstelltemperatur, bei der die Gärung beginnt, und als Gärungstemperatur, bei der sich die weitere Arbeit der Hefe abspielt.

Die Anstelltemperatur. Was die Anstelltemperatur anlangt, so sei bemerkt, daß sie eine große Rolle wie in der ganzen Gärungsindustrie, so ganz besonders im Lüftungsverfahren spielt. Natürlich stehen die physiologischen Momente unter dem Zwange der Temperatur, bei der sie ausgespielt werden sollen. Die Temperatur bedeutet eben, je nachdem sie niedrig oder hoch gewählt wird, Hemmung oder Reizung der Hefentätigkeit. Die Wärmegrade, bei denen die Hefenvermehrung stattfindet und begünstigt wird, liegen im allgemeinen niedriger als diejenigen, die mehr der Alkoholbildung dienen. Daher hat man auch seit langem bei der Gärung der Maischen und Würzen bestimmte Temperaturen für den Beginn der Gärung gewählt, weil damit eigentlich der Gärung selbst ihr Charakter aufgeprägt wird. Je wärmer innerhalb der für die Lebenstätigkeit der Hefe gegebenen Grenzen das Nährsubstrat ist, in das sie kommt, desto mehr wird sie zur Arbeit gereizt, desto mehr wird sie sich der Stoffe annehmen, die ihr direkt am zugänglichsten sind, zunächst des Zuckers; desto mehr wird sie also Alkohol bilden, desto rascher aber auch wird sie erlahmen, weil schnell große Alkoholmengen gebildet werden. Die Anstelltemperatur beeinflußt demnach von vornherein den Charakter der ganzen Gärung und um so mehr, je länger sie eingehalten wird. Sie bedingt aber auch weiterhin die Temperaturerhöhungen, die während der Gärung auftreten. Je nach der Zusammensetzung und Konzentration der Maische oder Würze wird man also mit bestimmten Anstelltemperaturen rechnen müssen, besonders im neuen Verfahren, in dem erst nach der Läuterung die Hefe eigentlich in ein gleichmäßiges Medium kommt. Man muß deshalb auch darauf bedacht sein, die Tätigkeit der Hefe etwas zurückzuhalten, solange diese in dem durch die Läuterung gegebenen Verdünnungsprozeß der Anschwänzung gezwungen ist, in stetig wechselndem Zucker- und Eiweißgehalt zu wachsen und zu arbeiten. In der Stammwürze mit ihrer höheren Konzentration würde bei wärmerer Anstelltemperatur, die etwa der optimalen der Hefenbildung entspräche, die Hefe trotz der Lüftung nur einseitig sich in Alkoholbildung betätigen, weil die Konzentration der Stammwürze bald Alkoholgehalte bedingte, die die bei der Lufthefenfabrikation gewünschte Vermehrung der Hefe hintanhielte. Man muß also, da schon Alkoholgehalte von 2 Proz. als hemmend für höhere Ausbeuten erkannt sind, von Anfang an die Stammwürze tiefer abkühlen, um angesichts ihres größeren Zucker-, Eiweiß- und Säuregehaltes den Reiz auf die Hefe etwas abzuschwächen. Hierdurch aber erreicht man wieder, daß die Hefe sich langsam auf die kommende Arbeit vorbereiten kann, während der höhere Säuregehalt der Stammwürze auslesend auf die Zellen der Stellhefe wirkt. Wir haben nun weiter oben gesagt, daß bei den Konzentrationen der Stammwürze von 12 bis 14 Proz. und den entsprechend höheren Zuckergehalten der Endwürzen trotz erhöhter Luftgabe die Hefenbildung nicht besonders gefördert werden konnte, ohne die Hefe zu überreizen, ihre Qualität

herabzumindern, weil dem steten Reiz zum Sprossen infolge der starken Lüftung nicht das entsprechend vorbereitete Baumaterial für die Neubildung der Zellen zur Verfügung stand, d. h. die Hefe wohl Tochterzellen entstehen ließ, sich aber dabei ihrer eigenen Reserven berauben mußte. Denn das schnelle Wachstum überstieg die oxydatische, eiweißspaltende Tätigkeit der Hefe, die durch die zymatische dadurch indirekt gehemmt wurde, daß diese, gegen Konzentrationen weniger empfindlich, sich großen Maltose-Dextrinmengen gegenüber befand, aus denen sie genügend Alkohol bilden konnte, um die Hefenvermehrung hintanzuhalten. Das traf etwa zu bei den eben damals üblichen Anstelltemperaturen von $22^1/_2$ bis 25^0 und der Gärungsdauer von etwa 10 bis 12 Stunden. Etwas konnte man die Sache dadurch verbessern, daß man die Anstelltemperatur tiefer wählte und auch späterhin kälter gären ließ. Dann hatte bei gleicher Lüftung die Hefe natürlich mehr Zeit zur Arbeit, statt 12 Stunden je nach dem tiefer gewählten Grad der Anstelltemperatur etwa 18 bis 24 bis 30 Stunden. Aber eines war eben unangenehm; die Hefe mußte sich erst an die Arbeit bei diesen niederen Temperaturen gewöhnen und dadurch wieder empfindlicher werden gegen die in der Bäckerei üblichen höheren Temperaturen. In dieser Richtung bewegte sich die erste Neuerung, aus der Würze mehr Hefe herauszuholen, die als „Braasch-Verfahren“ die Industrie plötzlich so erregte, weil sie 30 bis 35, sogar 40 Proz. und darüber an Hefe geben sollte. Die Konzentration der Stammwürze war die gleiche, aber man senkte die Anstelltemperatur langsam Tag für Tag, bis sie von etwa 22,5 bis 25^0 bei 15 bis 17^0 angelangt war. Allmählich gewöhnte sich die Hefe an die Arbeit bei diesen Temperaturen, die dadurch sich, wie oben bemerkt, auf das doppelte und dreifache der Zeit ausdehnte. Daß bei diesen Temperaturen die Alkoholbildung zurückblieb, die für die Oberhefen der Preßhefenindustrie höhere Temperaturen beansprucht, und daß dabei die Hefe Zeit fand, aus dem vorhandenen Eiweiß durch den Atmungsprozeß sich ihre Proteïne und den Zucker, die Bausteine für den Auf- und Ausbau von jungen Zellen, zu beschaffen, ist denkbar und eigentlich natürlich, zumal wahrscheinlich die oxydatische Arbeit der Hefe unter der großen Luftzufuhr sich schneller an diese niederen Temperaturen gewöhnt als die zymatische, die des Sauerstoffes nicht bedarf; denn diese Kaltgärungen ergaben ja bei der allmählich erhöhten Ausbeute an Hefe eine entsprechend geringere an Alkohol. Aber trotzdem hatte die Hefe noch Schwierigkeiten zu überwinden; denn die Vergärung der Würze ließ zu wünschen übrig und eine starke Verunreinigung der Hefe mit wilden, luftliebenden Hefen trat ein.

Die Verlangsamung der Arbeit hatte also nur teilweisen Erfolg und die tiefere Anstelltemperatur doch auch Nachteile zur Folge, die durch Gewöhnung der Hefe nicht zu überwinden waren. Die Hefe degenerierte bald und mußte durch eine Stellhefe ersetzt werden, die bei normalen Anstelltemperaturen gewonnen und nun allmählich wieder an das Kaltgären zu gewöhnen war. Bei den lange üblichen Konzentrationen war also sowohl nach oben als nach unten für die Erhöhung der Hefenausbeute bei guter Qualität eine Grenze gezogen. Bei höherer Temperatur kommt die Eiweißspaltung nicht nach und bei niederer Temperatur geht sie wahrscheinlich nicht weit genug, weil dadurch der die Eiweißspaltung ausmachende Verbrennungsprozeß in seiner Wirkung stark gedämpft wird und allmählich, wenn die zymatische Arbeit sich an die tiefere Temperatur bei starker Lüftung gewöhnt hat, diese

die oxydatische beeinträchtigt. Die Anstelltemperatur kann also nur bis zu gewissem Grade die Gärarbeit regeln; in der Hauptsache ist sie nur einer der Faktoren, die bei der Gesamtleistung mit tätig sind. Man ging deshalb wieder auf die übliche Anstelltemperatur hinauf und wandte, gemäß den eingangs dieses Abschnitts gemachten Darlegungen, einfach Verdünnungen an, die die schädliche Wirkung des Alkohols der zymatischen Hefenarbeit auf ihr Wachstum ausschaltete, und zwar schon deshalb, weil in der stärkeren Verdünnung die Zymase geringere Arbeit leisten konnte. Diese Verdünnung der Würze brachte aber der Hefe die noch hochmolekularen Eiweißverbindungen in leichter angreifbarer Form dar, so daß der bei Schwächung der zymatischen Arbeit fast ungestörte oxydatische Vorgang der dem starken Luftreiz nachgebenden, wachsenden Hefe die nötigen Bausteine schnell genug darbieten konnte. So ließ sich die sonst als so günstig befundene Anstelltemperatur von $22^1/_2$ bis 25^0 wieder verwenden und bei guter Hefenausbeute und Qualität die Gärzeit wieder auf die normale Zeit von 10 bis 12 Stunden abkürzen. Gilt es also für das Lufthefenverfahren im Prinzip der Hefe die Nahrung, die Würze, in günstigster Zusammensetzung mit bestens durch Milchsäurung abgebautem Eiweiß und günstigstem Verhältnis von Zucker zu Dextrin anzubieten, so muß diese Forderung in dem Maße, als die Hefenausbeute erhöht werden soll, dahin erweitert werden, daß diese günstige Zusammensetzung in günstigster Verdünnung geboten wird, die die zymatische Arbeit, die Alkoholbildung, ebenso schwächt, als sie die oxydatische, den Verbrennungsprozeß des ja bereits abgebauten Eiweißes zu einzelnen Bausteinen, zu Zucker und niedermolekularen Stickstoffkörpern, erleichtert.

Die Verdünnung der Würze bedeutet also Verteilung des sehr niedermolekularen Malzzuckers auf eine Flüssigkeitsmenge, die eine starke Zersplitterung der zymatischen Arbeitskräfte verlangt. Der zymatische Vorgang spielt sich aber wahrscheinlich im Innern der Zelle ab und ist stets durch die peptischen Enzyme stark gefährdet. Je größer der Zuckergehalt, desto größer ist der Schutz der Zymase gegen die tryptischen Enzyme. Deshalb sind auch die in einer eiweißarmen aber zuckerreichen Würze aufgewachsenen Bierhefen viel zymasereicher als Preßhefen, bei denen die Alkoholbildung stets in Gegenwart großer Eiweißmengen vor sich geht, die Zymase also stets durch peptische Arbeit mehr bedroht ist und, je mehr die Hefenvermehrung in Frage kommt, in den Hintergrund zu treten hat. Die Verdünnung der Würze bei gleicher Anstelltemperatur bedeutet also auch starke Schwächung des Zuckerschutzes für die Zymase, also Verminderung der Möglichkeit der Alkoholbildung. Die dadurch freiwerdenden Maltosemengen stehen mit den Zuckermengen der Eiweißspaltung infolge der Atmung (der Verbrennung) dem Hefenwachstum zur Verfügung. Daher rühren also auch bei hohen Hefenausbeuten wieder die sehr niederen Alkoholausbeuten, die demnach nicht oder nur sehr wenig mit der starken Lüftung zusammenhängen, sondern mit den der Zymase weggenommenen, direkt zu Kohlensäure verbrannten Zuckermengen, die zum Hefenaufbau benutzt werden.

Was nun die Gärtemperatur anlangt, so ist bei ihr zu beobachten, daß für die Hefenvermehrung Temperaturen über 30^0 sich als ungünstig erweisen. Wir dürfen nicht vergessen, daß die üblichen Temperaturen von 25 bis 30^0 mit Lüftung schon eine ebenso starke Reizung bedeuten, wie die viel höheren

Temperaturen ohne Lüftung. Nun wollen wir aber während der Gärung doch auch der Hefe Zeit lassen, die neuen Zellen ausbilden zu können, was nur der Fall sein kann, wenn wir den Reiz in gewissen Grenzen halten. Wählen wir also anfänglich bei den Zucker-, Eiweiß- und Säuremengen der Stammwürze die Anstelltemperatur mit 25°, so dürfen wir mit sinkender Konzentration schon die Temperatur sich erhöhen lassen, um der Hefe die Arbeit etwas zu erleichtern. Doch ist die Temperaturerhöhung erst dann geboten, wenn das Läutern ziemlich fertig ist und der Hefe eine nun gleichmäßige Nährflüssigkeit zur Verfügung steht. Da von der Stammwürze bis zum letzten Wasser eine Konzentrationsverminderung eintritt, so kann man diesem Umstande insofern etwas Rechnung tragen, als man während des Läuterns etwa vom zweiten, dritten Wasser an die Temperatur etwas steigen läßt. Dauert bei 3000 kg Maischung und 30 qm Läuterfläche das Läutern etwa 4 bis $4^1/_2$ Stunden, dann kann man, da das letzte Wasser auf 0,3° abgeläutert wird, nach etwa 3 Stunden die Anstelltemperatur von 25 auf 26 bis $26^1/_2{}^0$ langsam anwachsen lassen.

Man hat also die vom Läuterbottich kommende Würze auf 25° zu kühlen, und im Gärbottich etwa 3 Stunden diese Temperatur zu halten. Von da bis zum Ende des Läuterns darf die Temperatur der von selbst sich erwärmenden Würze auf 26 bis $26^1/_2{}^0$ steigen. Man muß eben die Gärtemperatur vom Anstellen der Gärung bis zum Ende des Läuterns unter dem Gesichtspunkt wählen, daß während des Läuterns schon eine geringe Gärung vor sich geht, sich etwas Hefe bildet und daß man doch noch am Ende des Läuterns eine bestimmte Konzentration für die Hauptgärung haben will.

Die Konzentration der Endwürze. Als günstig ist eine solche von etwa 4 bis 4,5° Balling zu betrachten. Haben wir also eine Stammwürze von etwa 11° Balling und läutern 4,5 Stunden bei einer Anstelltemperatur von 25° im Gärbottich, so ist nach etwa 3 Stunden die zulässige Steigerung der Wärme der gärenden Würze bis zum Ende des Läuterns derart zu bemessen, daß eben noch 4 bis höchstens 4,5° Zucker vorhanden sind. Ist das Läutern fertig, dann läßt man die Gärung von den 26 bis $26^1/_2{}^0$ der Endwürze bis auf 30° sich langsam erwärmen. Nach Erreichung dieser Temperatur kühlt man die gärende Würze so schwach ab, daß diese Temperatur gerade erhalten bleibt. Wenn die Vergärung auf 1,5 bis 1,3° Balling vorgeschritten ist, so kühlt man auf 25° ab und läßt die Gärung bei dieser Temperatur zu Ende gehen. Um aus 3000 kg Getreide oder Maischmaterial bei der oben beschriebenen Arbeitsweise eine Endwürze von 4 bis $4^1/_2{}^0$ Balling zu erreichen, ist die Verdünnung so zu wählen, daß auf 100 kg Einmaischung etwa 1400 bis 1500 Liter Würze kommen; es sind also am Ende des Läuterns etwa 42000 bis 45000 Liter anzustreben. Man kann bei dieser Menge Endwürze bis zu 40 Proz. Hefe neben 12 bis 13 Proz. Alkohol erhalten, diesen also in Verdünnungen von etwa 0,8 bis 1,0 Proz., die der Hefenvermehrung kein Hindernis in den Weg legen. Geht man mit der Verdünnung noch weiter, also auf das 18- bis 20fache an Würze der eingemaischten Menge Rohmaterial, dann kann man wohl einige Prozente mehr Hefe von geringerer Triebkraft erhalten, erzielt dafür aber auch weniger Alkohol und deshalb in einer Verdünnung von $^1/_2$ Proz. in der Würze, so daß seine Gewinnung fast unrentabel wird. Wenn man demnach mit der weiter vergrößerten Menge Endwürze etwa 45 bis 50 Proz. Hefe bei nur 8 bis 6 Proz. Alkohol erreichen kann, so ist einerseits

die Hefe weniger triebkräftig und andererseits der Alkohol mit so viel mehr Dampf zu gewinnen, daß dadurch der Mehrerlös für einige Prozente Hefe minderer Qualität mehr als aufgewogen wird. Auch Künsteleien, wie der Zusatz von geringen Mengen von phosphorsaurem Kalk zur Maische bzw. zum Maischwasser oder die Verwendung von Hefenextrakten, helfen darüber nicht hinweg, zumal sie bei richtiger Arbeit, d. h. richtiger Ausnutzung der in den Rohstoffen in so reichem Maße vorhandenen Nährstoffe gar nicht nötig sind und diese nicht ersetzen können. Die Maischen sind reich genug an phosphorsauren Salzen und an Eiweiß, das nur durch richtige Aufschließung herausgeholt werden muß. Die günstige Wirkung der Verdünnung hat eben wie alles ihre Grenzen und darf nur so getrieben werden, als es die Absicht erfordert, die Zymase stark zu schwächen, d. h. ihr Tätigkeitsfeld ungünstig groß zu machen.

Der Verfasser hält Verdünnungen von 2000 Liter Würze auf 100 kg Einmaischung schon für einen Grenzfall, bei dem nicht viel Gutes mehr herauskommen kann, zumal dadurch große Schwefelsäuregaben nötig werden, die aber nicht ohne Einfluß auf die Hefe bleiben und die Milchsäure ganz beiseite schieben. Und bis zur fabrikmäßigen Herstellung von Hefe aus chemisch hergestellten Flüssigkeiten ist der Weg noch so weit wie der unseres Kennens und Verstehens aller in Betracht kommenden Abbauprodukte des Eiweißes. Solange wir noch die stärkehaltigen Rohstoffe verwenden, brauchen wir auch bei richtiger Arbeit keine Zusätze von Salzen und Extrakten. Sie bedeuten dann bloß Verteurung der Arbeit ohne entsprechende Gegenleistung.

Man fährt also ganz gut mit einer Verdünnung der Würze, die dem 14- bis 15fachen des Rohmaterials entspricht und bis zu 40 Proz. guter Hefe bei 10 bis 12 Proz. Alkohol gewinnen läßt.

Die Stellhefe. Was nun die Stellhefe anlangt, so ist es doch mehr als selbstverständlich, daß sie in bezug auf Einheitlichkeit ihrer Rasse, auf Haltbarkeit und den physiologischen Zustand ihrer Zellen den Forderungen, die wir bereits früher dargelegt haben, entspricht. Die mikroskopische Kontrolle der Gärungen, die für den eigenen Betrieb die Stellhefe liefern, ist ja sicher genug, um uns die Verwendung der erzeugten Hefe anzuraten oder nicht.

Vor allen Dingen ist auf das völlige Fehlen von Kahmhefen zu sehen, die ja bei den niederen Alkoholgehalten und riesigen Luftgaben leicht die Kulturhefe überwuchern, wenn auch ein genügender Säuregehalt der Würze sie hintanzuhalten vermag. Daß man nicht unreife Hefe verwendet, wie es laut Patentanspruch das Braasch-Verfahren verlangt, ist so klar, daß darüber nicht weiter geredet zu werden braucht.

In Frage können die Menge und die Art ihrer Verwendung stehen. Früher hatte man bei den konzentrierteren Würzen und der normalen Gärtemperatur eine Menge von Stellhefe zugegeben, die etwa 2 bis 3 Proz. des Maischmaterials entsprach. Schon bei dem Kaltgärverfahren und den Bestrebungen, mehr Hefe zu erhalten, hatte man die Stellhefengabe vermehrt, um die Vermehrungsarbeit dadurch zu erleichtern. Bei den alten Konzentrationen und wärmeren Temperaturen war es ohne Erfolg; bei den Kaltgärungen wurden schon bis 8 Proz. Stellhefe verwendet, um die 30 bis 40 Proz. Hefe bei der 30- bis 33stündigen Gärzeit zu erhalten. Da aber diese hohen Ausbeuten nur allmählich erreicht wurden, so war die Durchschnittsausbeute der ganzen Periode, bis wieder wegen der Degenerierung mit einer

Warmgärung angefangen werden mußte, natürlich ganz erheblich niedriger und kam selten über 30 Proz. hinaus. Aber bei den dünnen Konzentrationen ist es eine natürliche Folgerung, die Stellhefengabe gegen früher zu erhöhen, um in der stark vergrößerten Würzemenge die gleiche Verteilung der Zellen der Aussaat zu haben und so die zur Spaltung günstige Verdünnung der Eiweißkörper bestens auszunutzen. Eine Gabe an Stellhefe von 5 bis 6 Proz. ist aber vollauf genügend, wenn nur mit der zweckmäßigen Verdünnung bis zum 15fachen gerechnet wird. Für eine Einmaischung von 3000 kg sind demnach 150 bis 180 kg gepreßter, reiner, für gut befundener Hefe in die Würze zuzugeben.

Jeden Tag Reinzuchthefe zu nehmen, ist selbst dann unzweckmäßig, wenn ein Reinzuchtapparat im Betrieb vorhanden ist. Wenn die Reinkultur bezogen werden müßte, scheidet diese Frage von selbst aus. Außerdem ist auch durch Verwendung einer Vorgärung nie gleich die gewünschte Ausbeute zu erzielen. Wird die Stellhefe direkt der Würze im Gärbottich zugegeben, so verteilt man sie in einer Menge von 5 bis 6 Proz. = 150 bis 180 kg für unseren Fall feinstens in reinem Wasser und sät sie auf einmal in die Stammwürze aus. Höchstens kann man eine kleine Menge davon sofort in den Gärbottich bringen, damit die vom Läuterbottich kommende, abgekühlte Würze gleich etwas Hefe antrifft; den großen Rest fügt man der Stammwürze zu, sobald diese bis an die Lüftungsrohre reicht und gelüftet werden kann. Die Stellhefengabe zu verteilen, z. B. einen Teil in die Stammwürze, einen Teil in das erste oder zweite Wasser zu geben, ist gänzlich fehlerhaft. Erstens kommen diese einzelnen Anteile in ganz verschiedene Konzentrationen der läuternden Würze und müssen ganz verschiedene Wachstumsergebnisse zeitigen; man entzieht aber auch — und das ist sehr zu beachten — die nicht in die Stammwürze ausgesäte Stellhefe der auslesenden und kräftigenden Wirkung ihres Säure-, Eiweiß- und Zuckergehaltes. Es muß also die ganze Stellhefe in die Stammwürze kommen, sobald die Lüftung beginnen kann, d. h. die Würze die Lüftungsvorrichtung erreicht hat.

Auf diese Weise legt die ganze Stellhefenmenge den genau gleichen Weg durch die ganze Gärung zurück. Dadurch wird die Gefahr der Degenerierung der Hefe, die angesichts der riesigen Leistung eigentlich nicht wunderbar erscheinen müßte, lange vermieden. Sie kann leicht dadurch noch weiter hinausgeschoben werden, daß man der Stellhefe, die man der gewonnenen Betriebshefe entnimmt, von Zeit zu Zeit 25 bis 30 Proz. bezogener guter Stellhefe alten Verfahrens zusetzt. So wird die Entartung der Aussaathefe umgangen, ohne an der Ausbeute eine nennenswerte Verminderung zu bemerken, wenn die gemischte Stellhefe zur Verwendung gelangt. Wird aber von Zeit zu Zeit die völlige Erneuerung der Betriebshefe für nötig erachtet, dann bezieht man entweder Reinkultur einer zweckmäßigen Rasse oder Hefe alten Verfahrens in guter Qualität und läßt diese eine Vorgärung durchmachen. Zu diesem Zweck dient ein kleinerer Gärbottich, der etwa $^1/_{15}$ des Inhalts des großen oder per 100 kg Rohmaterial 100 Liter Inhalt hat und ähnlich wie dieser ausgerüstet ist. Man gibt nun in diesen „Vorgärbottich", der für unsern Fall etwa 3000 Liter fassen soll, etwa 2000 bis 2200 Liter Stammwürze (per 100 Liter Raum etwa 75 bis 80 Liter) und setzt ihr 15 kg der bezogenen Stellhefe zu. Es darf nur Stammwürze zu dieser Vorgärung genommen werden, die meistens etwa 11° Balling anzeigt. Teilweise wird nun

die Stammwürze mit der Stellhefe unter schwacher Lüftung, teilweise ohne Lüftung, vergoren und anderen Tags die vergorene Würze mit der Hefe der Hauptgärung im großen Bottich als Stellhefe zugegeben. Manche behaupten, daß die Vorgärung ohne Lüftung besser sei, geben den 2200 Litern Stammwürze (für 3000 kg Maischung) bei etwa $22^1/_2{}^0$ die 15 kg bezogener Stellhefe zu und lassen einfach vergären, allerdings ohne die Temperatur über 27,5° kommen zu lassen. Andere, und das kann der Verfasser auch nach seiner Erfahrung als das Bessere empfehlen, lüften während der Vorgärung mit etwa 2 cbm Luft pro Kilogramm Anstellhefe, in unserem Falle für die 15 kg Stellhefe die 2200 Liter Stammwürze bei $22^1/_2{}^0$ mit 30 cbm Luft pro Stunde, lassen langsam vergären und geben anderen Tags die vergorene Würze samt Hefe als Aussaat in die Hauptgärung.

Da es einerseits unbedingt nötig ist, von Zeit zu Zeit ganz neue Hefe in den Betrieb einzuführen, so ist es andererseits durchaus zweckmäßig und vorteilhaft, durch diese Vorgärung die Aussaat bereits etwas an die neue Arbeit zu gewöhnen und dabei aus der geringen Menge teurer Stellhefe eine größere Menge gut ernährter Nachzucht zu erhalten. Täglich aber mit der Betriebshefe als Stellhefe so vorzugären, kann nur für besonders ungünstige Betriebsverhältnisse in Frage kommen. Die ausgesäte Hefe wird ja wieder gewonnen und kann als Betriebshefe nur mit dem Selbstkostenpreis in Ansatz gebracht werden, der im Verhältnis zur bezogenen Stellhefe ja bedeutend niedriger ist. Außerdem würde die tägliche Vorgärung der Stellhefe keine große Förderung ihrer Angewöhnung bedeuten.

So angebracht also die Vorgärung bei periodisch eintretendem Bedarf an ganz neuer Stellhefe ist, so unangebracht ist dieser Umweg für die tägliche Verwendung der im Betrieb erzeugten Hefe als Stellhefe. Alle weiteren Künsteleien auch, wie das Behandeln der Stellhefe mit Wasser, dem geringe Mengen von Säuren zugesetzt sind, und dergleichen mehr, sind durchaus zwecklos, wenn nicht mehr als das, und deshalb zu unterlassen. Die Stellhefe kommt ja in die stark saure und konzentrierte Stammwürze, in deren Schutz der gewünschte Zweck, wie weiter oben erwähnt, viel besser und sicherer erreicht wird.

Die Lüftung. Was nun die Lüftung anlangt, so handelt es sich bei ihrer Erörterung um die Frage nach der Art und der Größe der Luftgabe. Die letztere Frage ist dahin zu beantworten, daß bei den großen Verdünnungen, die heute für die Hefenentwickelung als richtig erkannt worden sind, natürlich an und für sich größere Luftmengen nötig sind, um die gleiche Belüftung der suspendierten Hefe zu bewirken, die ja aus dem gleichen Grunde in größerer Menge ausgesät wird. Während man früher bei 10facher Menge Würze per 100 kg Einmaischung, also bei 30000 Litern aus 3000 kg Rohstoffen die gewohnte Ausbeute mit Luftgaben erhielt, die sich bei 15 bis 20 cbm pro 100 kg Material und Stunde bewegten (also 450 bis 600 cbm pro 3000 kg), gibt man heute mit Vorteil 50 bis 80 cbm für 100 kg und 1 Stunde, also für die 45 000 Liter Würze aus 3000 kg Schüttung mindestens 1500 cbm Luft pro Stunde. Nun werden heute bei 40 Proz. Hefe etwa 12 Proz. (Liter) Alkohol gewonnen; nach der Gärungsgleichung entstehen auf etwa 51 Liter 100proz. Alkohols 49 kg Kohlensäure, die etwa 24500 Litern Kohlensäuregas entsprechen: neben 1 Liter Alkohol bilden sich also etwa 470 Liter Kohlensäure. Bei 12 Proz. Alkohol aus 3000 kg Maischung müssen daher mit den 360 Litern

100proz. Alkohols 360 . 470 = rund 170000 Liter oder 170 cbm Kohlensäure in der Gärzeit von etwa 10 bis 12 Stunden gebildet werden. Durchgeblasen werden pro Stunde für 3000 kg Einmaischung (per 100 kg/Stunde etwa 50 cbm) 1500 cbm Luft pro Stunde, in den 10 bis 12 Stunden Lüftung demnach 15000 bis 18000 cbm, mit denen die 170 cbm Kohlensäure in etwa 1,1 proz. Verdünnung durchschnittlich entweichen würden, wenn die Gärung gleichmäßig fortschritte. Das trifft nicht zu, da während der Hauptgärung die größte Menge Kohlensäure entwickelt wird, so daß dann vielleicht pro Stunde 50 cbm Kohlensäure in 1200 cbm Luft, also in etwa 3,3 proz. Verdünnung weggeblasen werden.

Da aber diese Luftmengen sich als nötig erweisen, um die Hefenvermehrung bis zu der Höhe von 40 Proz. an guter Ware zu treiben, so muß daraus geschlossen werden, daß die Kohlensäure noch in Luftverdünnungen von etwa 5 bis 10 Proz. schädigend auf den gesteigerten Oxydationsprozeß wirkt, der bei der Hefenatmung Eiweiß in Zucker und niedere Proteïne spaltet. Es muß daher Luft in solchen Mengen eingeblasen werden, daß die Kohlensäure nicht bloß verdrängt, sondern auch mit Luft so weit verdünnt wird, daß sie nicht mehr hemmend zu wirken vermag. Die Kohlensäure scheint somit fast in dem gleichen Mischungsverhältnis mit Luft hemmend wie auf den tierischen Atmungsprozeß auch auf denjenigen der Hefe zu wirken, der sich ebenfalls als Verbrennungsvorgang darstellt. Wenn wir einerseits wissen, daß wir durch die etwa 1500 Liter Würze aus 100 kg Maischmaterial pro Stunde minimal 50 cbm Luft durchzublasen haben, um der Hefenvermehrung die nötige Unterstützung zu leihen, so müssen wir doch andererseits uns fragen, wie wir diese Luftmenge am besten in die Würze geben. Früher hat man geglaubt, darin etwas Besonderes zu tun, wenn man die Würzemenge recht hoch nahm, also sehr hohe Gärbottiche verwendete; man hat aber bald gemerkt, daß dabei bloß eine größere Spannung der Preßluft nötig wird, die mehr Kohlen kostet, ohne daß ein Vorteil erzielt wird. Man glaubte, die Luft besser auszunutzen, wenn man sie zwang, eine möglichst hohe Flüssigkeitssäule zu durchstreichen. Wenn man sich aber vergegenwärtigt, daß die unten eintretende Luftblase beim Durchlaufen der Würze nach oben sich wieder auf ihr ursprüngliches Volumen ausdehnt, also doch nur an ihrer Oberfläche Lüftung bewirken kann, so wird man auch einsehen, warum hohe Bottiche nicht mehr als niedere leisten können.

Es kann nur darauf ankommen, die Luft in möglichst feiner Verteilung innig mit der Hefe in der Würze in Berührung zu bringen, wobei die Höhe des Bottichs keine Rolle spielen kann, weil der Kompression entsprechend die Luftblasen einfach schneller die Oberfläche zu erreichen streben. Während man in bezug auf die Art der Luftverteilung lange etwas sorglos war und glaubte, daß die emporgewirbelte Würze schon genügend mit Luft in Berührung komme, hat man bald eingesehen, welche große Einwirkung eine gute Luftverteilung hat, und deshalb die Armaturen dafür verbessert, wovon wir im nächsten Abschnitt sprechen müssen. Was nun die Frage der Sterilisierung der Luft betrifft, ehe sie zum Kompressor oder Gebläse oder nach dessen Verlassen in die Würze gelangt, so gesteht der Verfasser gerne, daß er der Infektionsgefahr durch die eingeblasene Luft so gut wie keine Bedeutung beimißt, wenn die Entnahme der Luft so stattfindet, daß eine besondere Verunreinigung ausgeschlossen ist. Man wird die Luft natürlich nicht aus einem Fabrikraum oder in der Nähe einzelner Betriebsabteilungen entnehmen,

die, wie z. B. die Schroterei, Putzerei usw., selbst bei modernster Anlage etwas Staub liefern. Man führt am zweckmäßigsten das Saugerohr am Gebäude hoch, und zwar so weit über Dachhöhe, daß staubfreie Luft eingesaugt wird. Dann sind Luftfilter, die bei bester Anlage einen Widerstand bedeuten, sowohl vor als nach dem Kompressor unbedingt entbehrlich. Man hat früher dieser Infektionsgefahr mehr Bedeutung beigelegt als nötig war. Bei Verwendung von Gebläsen muß man so wie so wegen des großen Ansaugegeräusches die Saugluft einen sehr großen Raum mit 1 bis 2 Kammern passieren lassen, in dem sich geringe Mengen von Staub während des Durchgangs abscheiden. Man kann eine solche ein- bis mehrteilige Kammer auch für die Ansaugeleitung der Kompressoren einführen, mehr aber, um zu vermeiden, daß etwas Staub oder feinster Sand zu den rotierenden Teilen dringen und Einfressungen verursachen kann, als wegen der Infektionsgefahr, die man ruhig vernachlässigen und praktisch gleich Null setzen kann.

Das Ausreifen der Hefe. Wichtig ist nun noch die Besprechung des Ausreifens der gebildeten Hefe. Wenn wir die Gärung mit 25° beginnen und nach 4 bis $4^1/_2$ Stunden am Ende der Läuterung auf 26 bis $26^1/_2{}^0$ bringen, so müssen wir, nachdem die bei der Zucker- und Eiweißspaltung freiwerdende Wärme die Würze auf 30° erwärmt hat, sie durch etwas Kühlwasser bei dieser Temperatur halten, bis die Vergärung der Würze auf 1,3 bis 1,5° Balling etwa gediehen ist; bei großen Malzkeimegaben kann die Vergärung auch nur bis 1,7 gehen. Dann kühlen wir auf 25° ab, um die Hefe „ausreifen“ zu lassen. Um dieses Ausreifenlassen ist es ein merkwürdig Ding.

Ist die Vergärung erreicht und die Würze auf 25° abgekühlt, so bricht man mit der Lüftung ab und gibt nur noch die Hälfte oder $^1/_3$ der bisherigen Luftmenge, und zwar noch während mindestens zwei Stunden. Wenn man während dieser Zeit Proben entnimmt und mit dem Saccharometer prüft, wird man keine weitere Abnahme konstatieren können. Doch gibt die immer dichter und undurchsichtiger werdende vergorene Würze Zeugnis dafür, daß hier noch eine physiologische Arbeit sich vollzieht. Unter dem Mikroskop sieht man die Verbände sich allmählich lockern, die Tochterzellen größer, ovaler werden und die normale Form der Zellen der Stellhefe annehmen.

Die langgestreckten Formen der neuen Zellen verschwinden, die von dem geübten Auge sofort von denen der Kahmhefe mit ihrem glänzenden, Fetttröpfchen enthaltenden Plasma unterschieden werden, zumal die Sproßverbände der Kahmhefen viel enger und weitverzweigter sind. Zeigt also schon das mikroskopische Bild uns an, daß in den zwei Stunden der Ausreifung in der vergorenen Würze bei 25° sich sehr wichtige Vorgänge abspielen, so erweist sich das auch in der Praxis, wenn man die vergorene Würze zu früh zur Gewinnung der Hefe nimmt. Die Hefe preßt sich nicht so gut und die Ausbeute ist um einige Prozente geringer.

Die Hefe nimmt also sicher in diesem Ausreifungsstadium, das nie bei 30° vorgenommen werden darf, um eine proteolytische Innentätigkeit der bereits reifen Zellen zu vermeiden, noch Stoffe aus der Würze auf. Wenn dies durch das Saccharometer nicht konstatiert werden kann, so liegt das darin, daß die sich noch etwas vermehrende, an Volumen zunehmende Hefe die Flüssigkeit dichter macht und so die Saccharometeranzeige beeinflußt, die sonst noch eine Abnahme von ein bis zwei Zehntel anzeigen würde. Dieses Ausreifen der Hefe bei verminderter Temperatur (25°) und Lüftung ($^1/_2$ bis $^1/_3$ der üblichen)

ist ein sehr wichtiges Moment der Arbeit im Gärbottich, dem große Aufmerksamkeit zu schenken ist. Auch ein Überschreiten der Gärtemperatur von 30° ist falsch, weil dadurch nur geiles Wachstum eintritt, dem bald genug Ermattung mit ungenügender Ausreifung folgt.

Muß man also von Beginn der Lüftung der Stammwürze an die angegebene Menge Luft zuführen, so ist dieselbe bei der Ausreifung unbedingt bedeutend zu ermäßigen; die Hefe kann ja nicht mehr neue Zellen bilden, aber die letzten Generationen zu normalen, gesunden Zellen ausbilden und aus dem Sproßverband entlassen.

Eine lästige Erscheinung bei der Lüftungsgärung ist der Schaum, zu dessen Beseitigung von Zeit zu Zeit kleine Fettmengen zugegeben und besonders konstruierte Apparate am Gärbottich angebracht werden. Schaumbildung wird bei starker Lüftung in Würzen, die Eiweiß enthalten, das nicht bis zu den Amiden abgebaut ist, stets zu beobachten sein. Man kann ihn aber nach des Verfassers eigener Erfahrung durch richtige Säurung und gute Verzuckerung (wie oben beschrieben) so weit einschränken, daß er fast keines Fettzusatzes bedarf, sondern locker, luftig ist und deshalb nicht weiter lästig fällt.

Je geringer die Säurung war, und je weniger der Säuregrad der Stammwürze der ganzen Maischmenge zukam, desto schaumiger wird die Gärung sein, desto weniger weit sind die Proteïne abgebaut und desto mehr für die Hefe verloren. Speziell durch das Durchrühren der säuernden Maische, wie oben beschrieben, wird die Schaumbildung der gärenden Würze sehr herabgemindert und dadurch der Kahmhefe die Möglichkeit genommen, sich im Schaume der Wirkung der Säure in der Würze zu entziehen. Die Verminderung des Schäumens der Würzen bedeutet also gleicherweise diejenige der Kahmhefenwucherung.

Die Angewöhnung der Stellhefe. Was nun die Durchführung der ganzen Gärung bei Einführung neuer Hefe betrifft, so ist es Tatsache, daß man bei sofortiger Gewöhnung der neuen Hefe an die hohe Luftgabe (50 cbm und mehr pro Stunde und 100 kg) rasch auf die hohe Ausbeute kommen kann, aber sehr zu ungunsten der Alkoholbildung und Vergärung. Es ist durchaus zweckmäßig, wenn man nicht mit einer von Zeit zu Zeit durch Beimischung von 20 bis 30 Proz. frischer Stellhefe aufgefrischter Aussaat arbeitet, nach der Einführung der neuen Hefe, die ja die Vorgärung durchgemacht hat, etwa innerhalb einiger Tage die Luftgabe von 20 auf 50 cbm pro Stunde und 100 kg zu steigern. Hierdurch wird eine größere Beständigkeit der angepaßten Rasse erzielt, die dazu bei gleich hohen Ausbeuten an Hefe, wie bei sofortiger Gewöhnung an die riesige Lüftung, dauernd mehr Alkohol gibt, was doch als gewissermaßen gefundene Gabe nur willkommen sein kann. Man kann durch langsame Gewöhnung der Stellhefe, ob diese meist dem alten Verfahren oder der schwachen Lüftung der Reinkultur entstammt, etwa 3 bis 4 Proz. Alkohol mehr bei gleicher Hefenausbeute erhalten. Die so angewöhnte Hefe erweist sich auch als eine beständigere Rasse, die des Ersatzes oder der Auffrischung länger nicht bedarf, was physiologisch leicht erklärlich ist.

Die Schwefelsäuregaben. Wie wir nun vom Maischprozeß her wissen, hat die Maische bzw. Würze außer der durch die Säurung erbrachten Menge Milchsäure nur einen Zusatz von 1 Liter Schwefelsäure erhalten, der eine schwach sauere Reaktion der zu verzuckernden Maische bezwecken soll. Nun

haben wir beim alten Verfahren gehört, daß die Milchsäure allein den notwendigen Schutz gegen fremde Pilze oder feindliche Mikroorganismen nicht gewährt, die etwa in die gärende Würze gekommen sein können, da die Milchsäure vermutlich neben ihrer Schutzwirkung für die Hefe bei deren Eiweißspaltung mit tätig und in Anspruch genommen ist. Es haben sich deshalb auch in der Lufthefenwürze noch Schwefelsäuregaben als nötig und günstig und als ganz besonders wirksam gegen etwaige Kahmhefen- und Flockenhefenbildung erwiesen.

Es kommt daher, wie im alten Verfahren, so auch hier, der Schwefelsäure eine ausgesprochen fremdpilzfeindliche Wirkung zu. Wie wir weiter oben auch gehört haben, muß die Würze einen bestimmten Säuregrad besitzen, um gegen diese beiden eben erwähnten mißliebigen Fälle geschützt zu sein. Die Milchsäure allein ist so gut wie unwirksam gegen die Entwickelung von Kahmhefen; denn diese wilden Hefen zehren die Milchsäure auf und benutzen deren Zerfallprodukte zum Aufbau ihrer neuen Zellen. Es kommt also hier nur Schwefelsäure in Frage, die in gewissen Mengen hemmend oder ausschließend auf die Bildung von Kahmhefen wirkt.

Anders liegt die Sache bei der Gefahr der Flockung der Hefe, die mit guter und genügender Milchsäurebildung schon im großen ganzen bekämpft werden kann; sie würde aber doch bei den jetzt üblichen Verdünnungen solche Mengen von Milchsäure voraussetzen, daß dadurch die Hefenvermehrung selbst beeinträchtigt würde. Denn diese großen Milchsäuremengen sind ja schon in der Stammwürze enthalten, in der die Stellhefe ausgesät wird. Würden sie einerseits mehr abgebautes Eiweiß in die Würze bringen, so müßten sie doch andererseits die Hefe hindern, sich dessen zu bedienen, da ihr in den jetzt üblichen zuckerarmen Würzen der Schutz des Zuckers fehlt, unter dem sie so hohe und noch höhere Milchsäuregehalte ertragen kann. Wir sind also gegen die Kahmhefen und die Flockenbildung auf Schwefelsäuregaben zur Unterstützung der Milchsäure angewiesen. In gut kontrollierten Betrieben, bei richtiger Prüfung der Stellhefe sollte eigentlich Kahmhefe gar nicht in die Gärung gelangen oder dabei aufkommen; denn wenn sie die Kulturhefe überwuchert, so daß diese Neigung zu einer Art Flockenbildung zeigt, indem die riesigen Sproßverbände der Kahmhefe die der Kulturhefe zusammenhalten und zu Boden reißen, dann muß sie schon in der Stellhefe in Mengen vorhanden gewesen sein, die der Kontrolle nicht entgehen dürfen. Mit den Säuremengen jedoch, mit denen wir die Flockungsgefahr ausschalten und bekämpfen können, dämmen wir auch die Möglichkeit der Kahmhefenwucherung ein. Der Säuregehalt, bei dem die Flockenbildung so gut wie ausgeschlossen ist, entspricht etwa 2,5 ccm Natronlauge, welchen Säuregrad also die fertig geläuterte, kohlensäurefreie Würze haben soll.

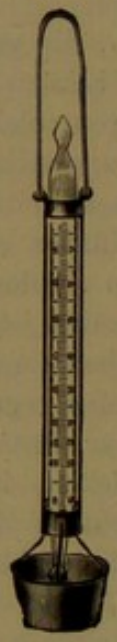
Bei der üblichen Verdünnung vom etwa 14- bis 15fachen der Einmaischung an Endwürze würde der Säuregrad der Stammwürze eine Herabminderung von 6° auf 2 bis 2,1° erfahren. Wir müssen also der Würze während des Läuterns, in dem Maße als dabei die Verdünnung eintritt, so viel Schwefelsäure zugeben, daß wir dem Säuregrad von 2,5°, der die Flockung ausschließt, nahekommen. Je reiner die Milchsäurebildung verlaufen und je weiter damit der Eiweißabbau gediehen ist, desto geringer ist die Möglichkeit der Flockung (s. unter Flockenmilchsäure), so daß wir dann den Säuregrad von 2,5° in der Endwürze nicht ganz zu erreichen brauchen. Bei der oben an-

gegebenen Säurungsführung ist die Flockungsgefahr eigentlich ausgeschlossen. Aber Schwefelsäuregaben sind, wie gesagt, trotzdem zu empfehlen, da sie sich als Helfer der anderweitig beanspruchten Milchsäure bestens bewährt haben.

Da die Neigung zum Flocken auch mehr das Nahen der Degenerierung bezeichnet, so hat man es durch rechtzeitige Einführung neuer Stellhefe oder periodische Auffrischung der Betriebsstellhefe in der Hand, die Gefahr hinauszuschieben oder überhaupt zu beseitigen. Hat man also bei 6° Säure in der Stammwürze auf 100 kg Maischung 1500 Liter Endwürze abgeläutert, so wäre mit der Herabminderung der Säure auf 2° das Minimum erreicht, das die Endwürze haben muß. Wir müssen aber erfahrungsgemäß noch den Säuregrad mit Schwefelsäure auf 2,3 bis 2,5° erhöhen, und zwar je älter die Generation, desto mehr gegen 2,5° zu, während wir anfänglich mit 2,3° gut auskommen.

Für unser Beispiel der Einmaischung von 3000 kg = etwa 42000 bis 45000 Litern Endwürze wären zur Erreichung des Säuregrades 2,3 aus 2,0° noch 4 Liter und für 2,5° 6 bis 7 Liter Schwefelsäure zuzusetzen. Diese Schwefelsäuregaben verteilt man in die verschiedenen Wasser der Läuterung, so daß die einzelnen Liter der mit Wasser gut verdünnten 66grädigen Säure, ziemlich gleichmäßig mit dem wachsenden Volumen der gärenden Würze zugegeben werden. Wird mit weniger Milchsäure in der Stammwürze gearbeitet, was aus oft gesagten Gründen nicht zweckmäßig ist, dann sind die Schwefelsäuregaben entsprechend, und zwar ziemlich beträchtlich zu erhöhen, wenn die Flockung hintangehalten werden soll. Da aber die Ausbeute an Hefe bei 6° Säure nicht im mindesten leidet, die Hefe aber schöner und besser als bei geringerem Säuregrade wird, so sollte der höhere schon deshalb vorgezogen werden, weil er die Flockungsgefahr sehr verringert und nur noch geringe Schwefelsäuregaben erfordert.

Fig. 231.



Gärungsthermometer.

Wie weiter oben einmal erwähnt, werden in manchen Betrieben zu Zeiten höchster Betriebsanspannung manchmal sogenannte süße, ungesäuerte Würzen verarbeitet, d. h. die verzuckerte Maische wird direkt geläutert und vergoren. Dann muß natürlich noch die fehlende Säure der unterlassenen Milchsäurebildung durch Schwefelsäure ersetzt werden. Doch kommen diese ausnahmsweise eingeschobenen Maischen heute nicht mehr in Betracht, da die Betriebe mit ihren Einrichtungen und den modernen Ausbeuten mehr Hefe erzeugen können, als sie abzusetzen vermögen.

Die Kontrolle der Gärung. Was nun die Kontrolle während der Gärung anlangt, so ist direkt nach dem Läutern eine Probe dem Gärbottich zu entnehmen und darin Zucker und Säure zu bestimmen. Dann sind regelmäßig, etwa stündlich, Prüfungen auf die Vergärung mit dem Saccharometer zu machen. Gleichzeitig ist die Temperatur zu kontrollieren, zu welchem Zweck am Gärbottich sog. Winkelthermometer angebracht sind. Man verwendet aber auch gern Thermometer mit anhängendem Näpfchen gemäß Fig. 231, bei denen nach Herausnahme des Thermometers aus der Würze die Quecksilberkugel noch bis zum Ablesen in der Würzetemperatur gehalten wird. Die Kontrolle mit dem Thermometer ist sehr wichtig, damit gleichbleibende Verhältnisse geschaffen werden, unter denen die Hefe täglich gezüchtet wird; aus dem

gleichen Grunde ist es sehr zu empfehlen, die Befüllung des Gärbottichs mit der fertig geläuterten Würze stets bis zur gleichen Höhe zu bringen.

Ist nach Erreichung der Endvergärung auf 25° zum Ausreifen abgekühlt und dieses vollendet, so stellt man von jedem Gärbottich eine Glaszylinderprobe weg, um das Absetzen der Hefe und die Saccharometeranzeige der klaren Würze zu kontrollieren. Die Differenz zwischen der Saccharometeranzeige der hefenhaltigen und entheften Würze läßt schon auf eine mehr oder minder gute Ausbeute an Hefe schließen, je nachdem sie größer oder kleiner ist. Ein Destillationsversuch einer Probe der klaren hefenfreien Würze gibt uns den Alkoholgehalt in 100 ccm und, da wir die Menge der entheften Würze feststellen können, den ganzen Alkoholgehalt einer Gärung an, wodurch wieder die Kontrolle des Brennapparates möglich ist.

Die mikroskopische Kontrolle der vergorenen und auch der gärenden Würze ist sehr zu empfehlen, damit man über den Verlauf der Hefenbildung und Ausreifung unterrichtet ist.

Die Gestalt, Ausführung und Ausrüstung der Gärbottiche. Was nun die Form, die Ausführung und Ausrüstung der Gärbottiche anlangt, so sollte für Neuanschaffungen nur noch Eisen als Material für sie in Betracht kommen. Man wählt am besten viereckige, eiserne Gärbottiche mit abgerundeten Kanten, so daß überall eine leichte Reinigung möglich ist. Vielfach werden Schutzanstriche empfohlen, die ja ganz zweckmäßig sein könnten, wenn sie nicht eben bei der Reinigung mit der Bürste der mechanischen Abnutzung unterworfen wären. Außerdem müssen die Arbeiter zur Reinigung der Bottiche in sie hineinsteigen, was nicht ohne Beschädigung des Anstriches abgeht. Übrigens bildet sich in kurzer Zeit auf der Oberfläche des Eisens ein schützender Überzug, der jeden Anstrich entbehrlich macht. Außerdem kommen die geringen Säuregehalte der gärenden Würze für das Eisen, besonders bei den niederen Temperaturen, nicht in Betracht. Es werden auch emaillierte Gärbottiche aus Eisen empfohlen, über deren Haltbarkeit wegen der oben besagten mechanischen Beanspruchungen der Boden und Wände der Verfasser nur Vermutungen aussprechen könnte. Die Höhe der Gärbottiche nimmt man je nach Inhalt, selten größer als etwa 2 bis 2,5 m, weil dadurch bei geringerem Druck der benötigten Preßluft das Gleiche wie bei den hohen unhandlichen Gärgefäßen erzielt wird.

An Armatur hat der Gärbottich eine Kupferschlange zu enthalten, die sowohl an die Dampf- wie an die Kaltwasserleitung angeschlossen ist, also die Kühlung oder Erwärmung der gärenden Würze gestattet. Außerdem gehört dazu eine Lüftungsvorrichtung, die eine möglichst feine Verteilung der eingeblasenen Luft und damit die innige Belüftung der Würze ermöglicht. Außerdem muß an einer der Wände ein leicht zugängliches Probehähnchen zur Entnahme der Proben für die Vergärungskontrolle sich befinden. Weiter sollten zwei Thermometer an leicht sichtbarer Stelle in verschiedener Höhe angebracht sein.

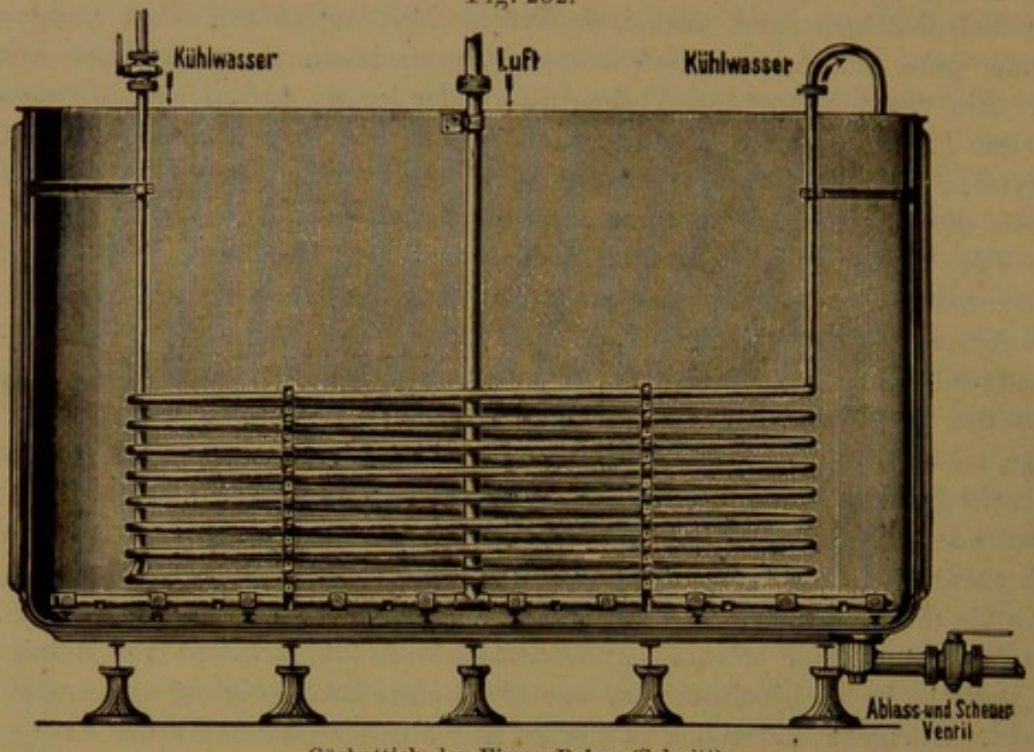
Am Boden ist ein Ablaßstutzen für die vergorene Würze und ein Putzventil zum Ablassen des Putzwassers nötig. Je mehr ein Gärbottich beste Kühlwirkung und Lüftung neben der Möglichkeit leichtester Reinigung gestattet, je mehr also die zweckmäßige Armatur den Gärbottich zur gründlichen Reinigung freiläßt, desto mehr wird er das Prädikat „gut“ verdienen.

β) Die Ausrüstung der Gärbottiche und die Maschinen für die Lüftung. Die Gärbottiche. Wie bereits bemerkt, kommt heute fast

nur noch Eisen für die Gärbottiche in Betracht, denen man die sich so leicht in die Räume einschmiegende, viereckige Form gibt, bei der die Ecken und Kanten etwas abgerundet sind.

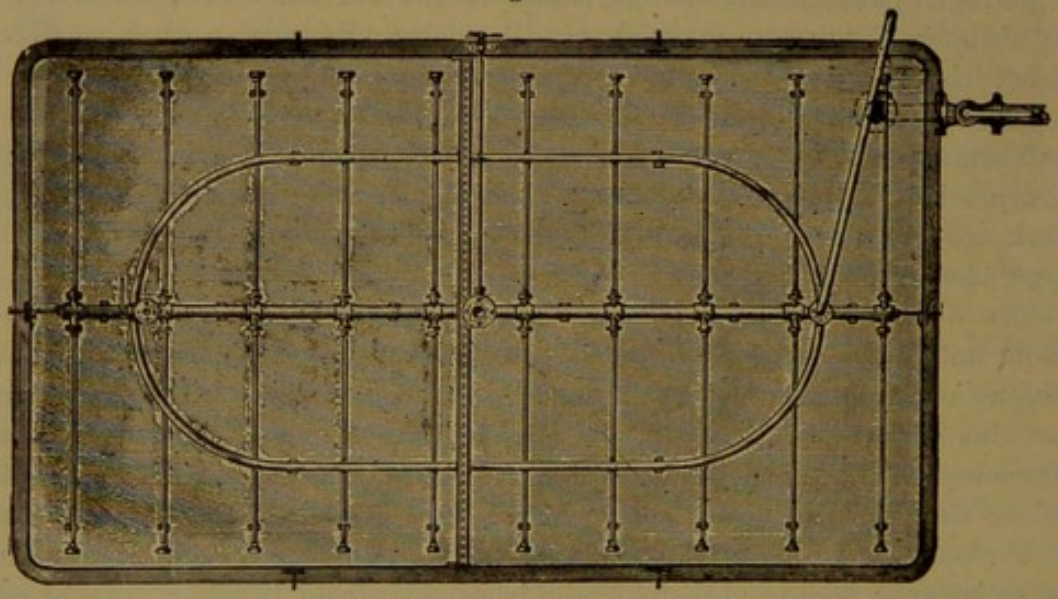
Nachstehend sehen wir in Fig. 232 und 233 Schnitt und Grundriß eines Gärbottichs, wie ihn die Firma Bohm etwa im Prinzip liefert. Die Kühl-

Fig. 232.



Gärbottich der Firma Bohm (Schnitt).

Fig. 233.

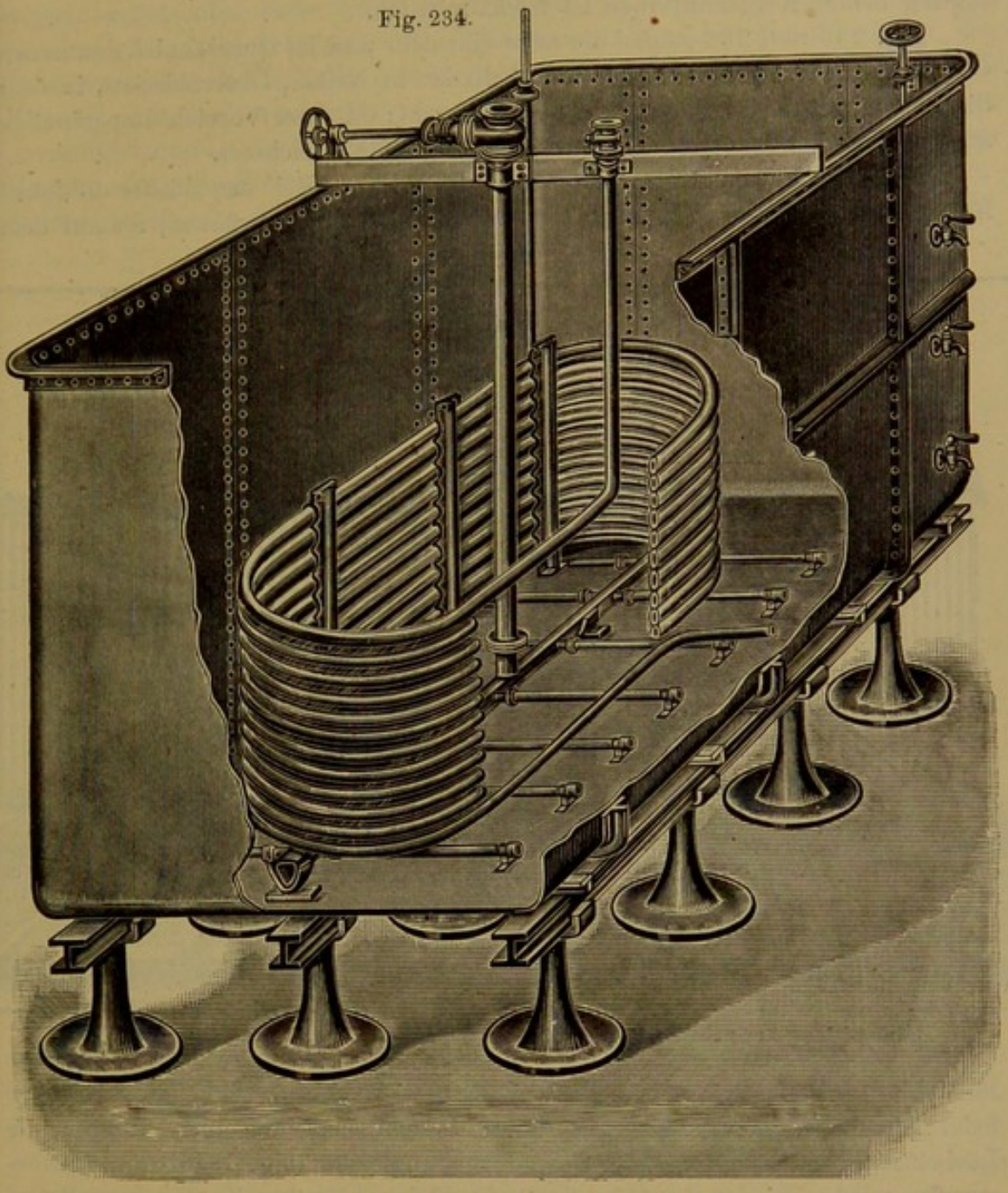


Gärbottich der Firma Bohm (Grundriß).

schlange besteht der leichteren Reinigung wegen aus einzelnen Teilen, die mit Messingverschraubungen verbunden sind. Ein Metallhahn gestattet die Wasserregulierung. Die Lüftungseinrichtung besteht aus dem senkrechten Zuführungsrohr, dem horizontalen Verteilungsrohr und den an diesem mit Metallverschraubungen angebrachten Strahl- oder Lüftungsrohren. Das ganze Lüftungssystem ruht auf eisernen Füßchen. Die Ablaßvorrichtung besteht

aus dem Krümmer mit einem Metallhahn für die Würze und einem metallenen Klotzventil für das Putzwasser. Die eigentlichen Gefäße sind, wie ersichtlich, ohne Innenanker hergestellt und mit abgerundeten Kanten versehen. In Holz werden die Bottiche nur mehr auf speziellen Wunsch angefertigt. Sehr nett ruhen die Gärbottiche auf Trägern und gußeisernen Füßen.

Fig. 234.



Gärbottich der Firma vorm. Hentschel, Golzern-Grimma.

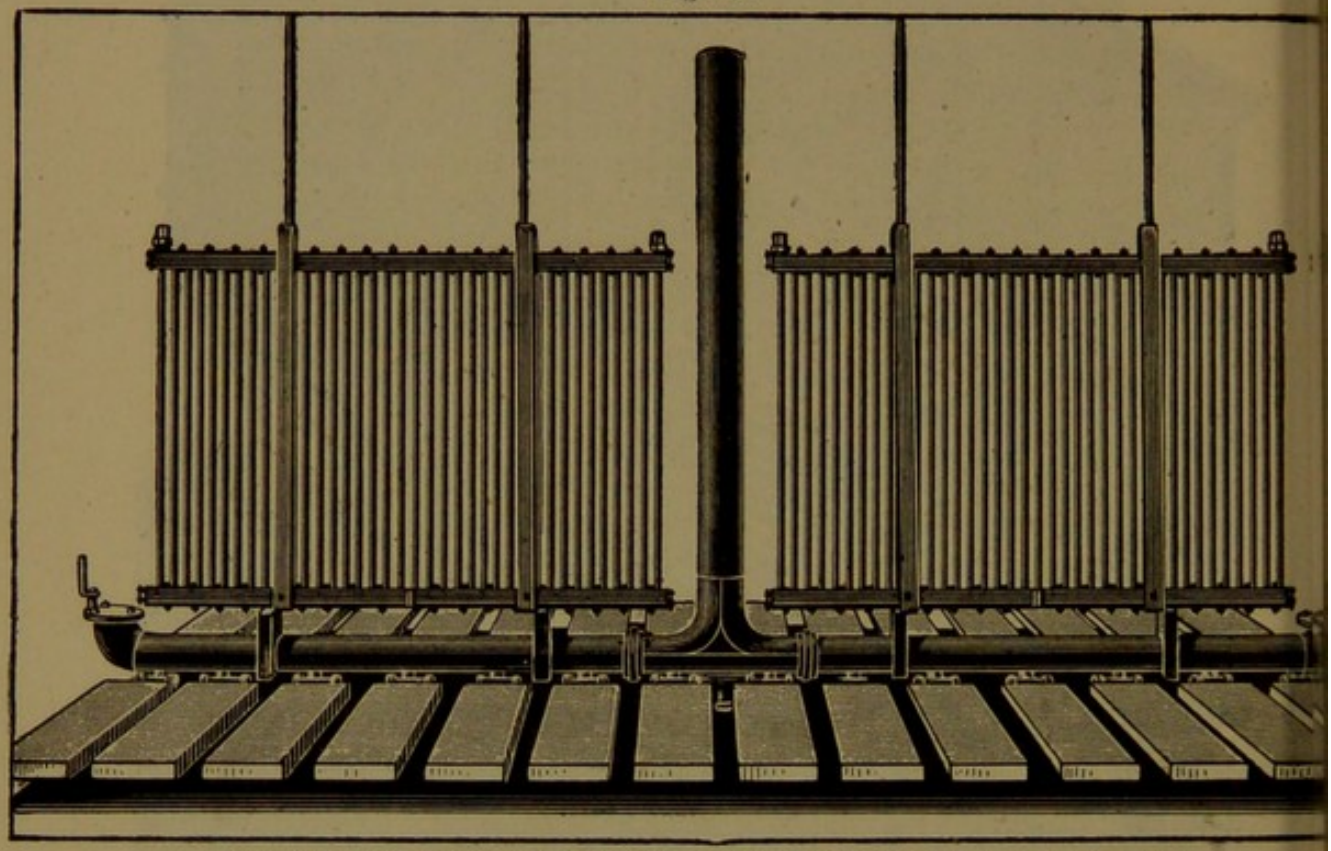
Fig. 234 stellt einen Gärbottich der Firma vorm. Hentschel, Golzern-Grimma dar. Auch diese liefert ihre Gärbottiche nur auf besonderen Wunsch noch in Holz, sonst stets in Eisen. Die Nieten sind innen versenkt und die Blechverbindungen glatt aneinander gestoßen, so daß absolut glatte, leicht zu reinigende Flächen vorliegen, worauf überhaupt stets zu achten ist. Die Kühlschlange besteht aus ovalen Kupferrohren, die mit Rohrverschraubungen aus Messing zusammengehalten sind und in messingenen Rohrhaltern ruhen. Das senkrechte Luftverteilungsrohr mit einem durch Spindel und Handrad

bequem bedienbaren Schieber und das horizontale Rohr mit seinen seitlich angeschraubten Lüftungsrohren sind alle aus Kupfer. Für den Ablaß der Würze dient ein messingenes Ventil mit Spindel und Handrad, für den des Putzwassers ein kleines Klotzventil; zur Probenahme sind seitlich einige Hähnchen und zur Wärmekontrolle ein Thermometer vorgesehen. Die Reinigung beider Konstruktionen ist leicht möglich.

Fig. 235 und 236 zeigen die neue Garnitur und im Querschnitt den neuen Gärbottich der Firma Strauch und Schmidt in Neisse, Oberschlesien, in dem die Luftverteilung ganz originell vor sich geht; da diese Vorrichtung gänzlich aufklappbar ist, so wird auch die Reinigung sehr erleichtert.

Die Firma schreibt darüber etwa folgendes: Bei den bisher üblichen Konstruktionen liegen die Strahlrohre meist auf kleinen Brücken, die auf dem

Fig. 235.



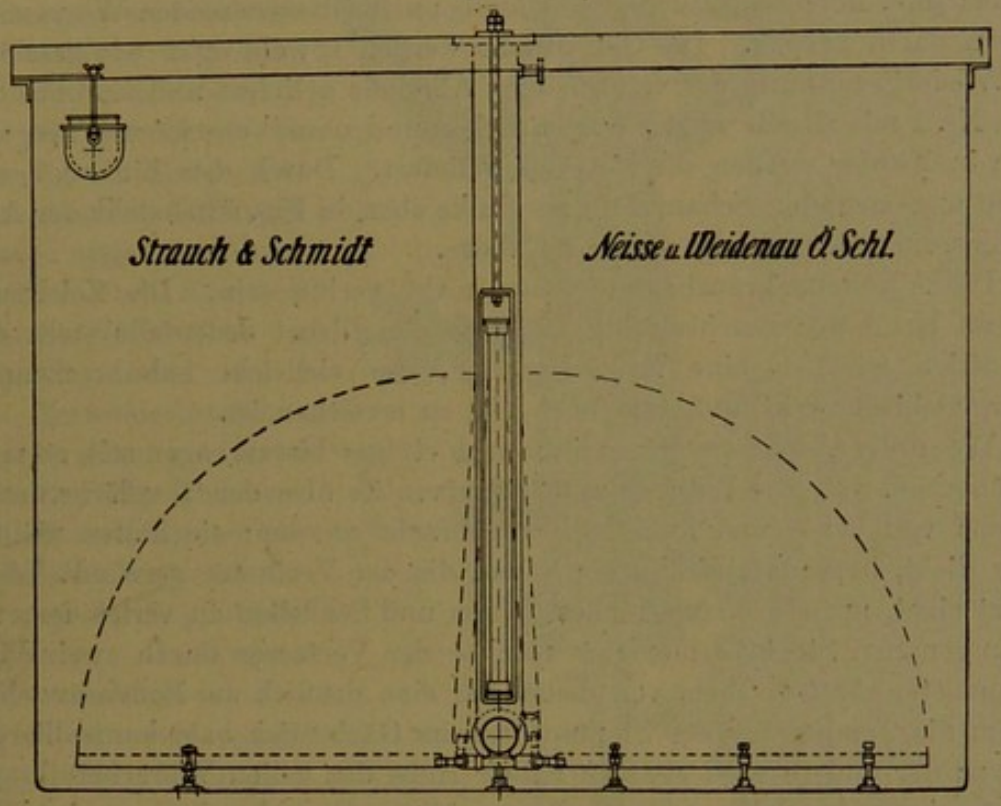
Gärbottichgarnitur neuester Konstruktion der Firma Strauch und Schmidt, Neiße, O.-S.

Bottichboden befestigt sind. Hierbei kommt es häufig vor, daß die Rohre beim Anschrauben verdreht werden und somit bei einzelnen Rohren die Löcher nicht nach unten zeigen, wodurch ungleichmäßige Belüftung hervorgerufen wird. Bei den Ausführungen, die kleine Füße für die einzelnen Rohre vorsehen, müssen diese, dem Gefälle des Bodens entsprechend, verschieden hoch sein. Werden nun die einzelnen Rohre verwechselt, was ebenfalls leicht und häufig vorkommt, dann liegen die an falscher Stelle untergebrachten Rohre entweder zu hoch oder zu tief und die Belüftung ist ebenfalls ungleich. Alle diese Übelstände beseitigt die Neukonstruktion, bei der die Strahlrohre einfach hochgeklappt werden und somit bequem gereinigt werden können, ohne sie abschrauben zu müssen.

Abgesehen von der neuen Art der Luftverteilung, die immer gleichbleibt, wird die Luftzuführung verschieden ausgeführt. Teilweise werden zwei

Hauptverteilungsrohre an den Längsseiten dicht über dem Boden gelagert, welche sowohl an ihren Enden wie in der Mitte ohne Unterstützung sind und den Boden daher freilassen. Wenn es der Raum erlaubt, werden die stehenden Luftzuführungsrohre außerhalb des Bottichs gelegt und durch die Bottichwand geführt. Auch die liegenden Hauptluftrohre werden an der gegenüberliegenden Seite durch die Bottichwand gelegt und enden außerhalb in einer Blindverschraubung mit Ablaßhahn. Bei den Durchbrüchen der Bottichwand ist das Rohr in geschlossenen Konusdichtungen gelagert. Die in der Mitte eventuell erforderlich sich erweisenden Träger werden als Hängeeisen ausgebildet und an der Bottichwand befestigt. Die Strahlrohre gehen von jedem Hauptverteilungsrohr bis in die Mitte des Bottichs, so daß der ganze Bottichboden gleichmäßig belüftet wird. Die Auflagebrücken sind mit den Strahl-

Fig. 236.



Querschnitt des neuen Gärbottichs, dessen Lüftungsvorrichtung nach oben aufklappbar ist.

rohren fest verbunden, so daß zwei getrennte Luftverteilungskörper im Bottich liegen, die, jeder für sich, leicht sich von außen mittels angebrachter Kette hochkippen und an die Bottichwand oder in der Mitte an die Kühler (Fig. 236) anlegen lassen. Nachdem die Blindverschraubungen der Strahlrohre weggenommen sind, lassen sich die Rohre bequem ausbürsten und reinigen; ebenso brauchen nur die außerhalb des Bottichs liegenden Blindverschraubungen gelöst zu werden, um die Hauptverteilungsrohre reinigen zu können. Der Boden ist somit ganz frei und leicht vollständig zu reinigen. Je nach Lage der Dinge wird auch das Luftverteilungsrohr in der Mitte angebracht. Die Enden der Hauptzuführungsleitung sind nach oben gebogen, mit Flanschen verschlossen und an Winkeln, die an der Bottichwand angebracht sind, aufgehängt. Diese Befestigung genügt bis zu einer gewissen Breite der Bottiche.

Bei sehr großen Bottichen werden die eventuell nötigen Unterstützungen als Schraubenspindeln ausgebildet. Diese nehmen nur etwa 2 bis 3 qcm Boden-

fläche ein, gestatten ein genaues Einregulieren der Rohrlage und können durch das Spindelgewinde fest auf den Boden gedrückt werden, so daß jeder Hohlraum vermieden wird. Gegebenenfalls können diese Schraubenspindeln zur Reinigung des darunter befindlichen Bodens hochgeschraubt werden. Die Strahlrohre werden bei dieser Ausführung mittels einer eigenartig gebogenen Verschraubung mit dem Hauptrohr verbunden und sind einzeln aufkippbar. Auch bei dieser Anordnung lassen sich sowohl die Strahlrohre wie das Hauptrohr nach Entfernung der Blindverschraubung leicht und gründlich durch Ausbürsten reinigen; ebenso steht der ganze Boden des Bottichs zur Reinigung frei. Die Kühlschlangen werden mit geringem Abstand an die Bottichwand montiert und bilden so weder für das Hochklappen der Luftverteilkörper, noch für die Reinigung ein Hindernis. Auch Eintauchkühler lassen sich hierbei gut verwenden (Fig. 235 und 236). Der Verteiler entleert sich bei jeder Bottichentleerung vollständig; nicht die geringsten Würzemengen bleiben darin zurück. Die Gärbottiche werden sowohl offen wie geschlossen zur Wiedergewinnung des verdunsteten Alkohols geliefert und sind aus Stahlblech Nr. 1 mit allseits abgerundeten Ecken und ohne Verankerung hergestellt. Auch in Kupfer werden die Bottiche geliefert. Durch den Einbau des zum Patent angemeldeten Schaumfängers (links oben in Fig. 236) steht der Anlage geschlossener Gärbottiche nichts im Wege.

Die Alkoholmehrausbeuten sollen nicht gering sein. Die Zeichnungen sind an Hand der Beschreibung leicht verständlich. Jedenfalls stellt dieser Gärbottich wirklich eine Neuerung dar, die vielleicht bahnbrechend auf diesem Gebiete wirkt, auf dem noch viel zu erreichen ist.

Wenn der Verfasser zum Schluß noch einiges hierzu sagen soll, so möchte er wünschen, daß alle Wasser- und Dampfventile über der Oberfläche des Gärbottichs vermieden und außerhalb angebracht werden; sie halten nicht gar lange dicht, besonders die Wasserhähne, die der Verfasser gern mit Ventilen ersetzt sieht, um ein allzuschnelles Öffnen und Schließen zu vermeiden. Auch die ungenauen Stockthermometer möchte der Verfasser durch zwei Winkelthermometer ersetzt sehen, von denen der eine ziemlich am Boden angebracht ist, um die Temperatur der Stammwürze im Gärbottich bald kontrollieren zu können; der andere wird etwa in halber Höhe der vollen Würzebefüllung befestigt. Außerdem aber sollten alle unnötigen Durchbrechungen der Wände und Böden vermieden sein, die bei bester Arbeit nur Infektionsherde bedeuten können. Die Anbringung eines Schaumfängers — einen solchen baut auch, wie andere Firmen, die Aktiengesellschaft Golzern-Grimma — ist sehr zu empfehlen; er bedeutet Ersparnis an Fett, das ihm in einmaliger Gabe zugegeben wird und lange auf den einlaufenden Schaum wirkt.

Gleich hier sei noch erwähnt, wie zweckmäßig es ist, beim Einlauf der Würze vom Kühler in den Gärbottich ein sehr feines Sieb anzubringen, das bei der Läuterung eventuell mitgerissene Teile zurückhält, so daß sie nicht in die gärende Würze gelangen und später die Separatoren stören können. Weniger zweckmäßig ist ein Beutel aus Seidengaze, der an den Auslauf des Würzerohres gebunden ist, sich leicht zulegt und dann, ohne daß die Würze kurze Zeit so in den Gärbottich läuft, nicht auszuwechseln ist. Das viereckige Sieb mit etwa 100 mm hohem Kupferrand ist hingegen stets leicht zugänglich und auszuwechseln.

Die Maschinen für die Lüftung. Was nun die Luftlieferung für die Gärung anlangt, so kommen dafür entweder sogenannte Kompressoren

oder Gebläse in Betracht. Die Kompressoren selbst wieder werden für Riemenantrieb und Dampfantrieb geliefert und stellen im letzteren Falle eine Dampfmaschine dar, die mit dem Luftkompressor direkt gekuppelt ist. Wo es sich um einen Gärbottich handelt, mag ein Transmissionskompressor noch angehen, trotzdem er auch hier schon die Möglichkeit nimmt, durch Regulierung der Tourenzahl die Lüftung zu erhöhen oder zu ermäßigen; es müssen dann Stufenscheiben angebracht werden, die aber in der hier in Betracht kommenden Größe wenig angenehm und handlich sind. Kommen mehrere Gärbottiche in Betracht, dann kann der Transmissionskompressor schon gar nicht mehr in Frage kommen, weil die Anbringung von Stufenscheiben und damit auch die Möglichkeit regulierter Luftgaben noch erschwerter ist. Der Kompressor macht eben eine bestimmte Tourenzahl, ob diese benötigt wird oder nicht; die überschüssige Luft entweicht durch ein Sicherheitsventil. Am meisten eignet sich deshalb ein Dampfkompressor etwa nach Fig. 237, der durch die Dampfregulierung schneller oder langsamer betrieben werden kann, so daß ganz nach Belieben eine mehr oder weniger starke Lüftung möglich ist. Man ist auch so mit der Lüftung von der Dampfmaschine und der Transmission ganz unabhängig, da der Kompressor nur vom

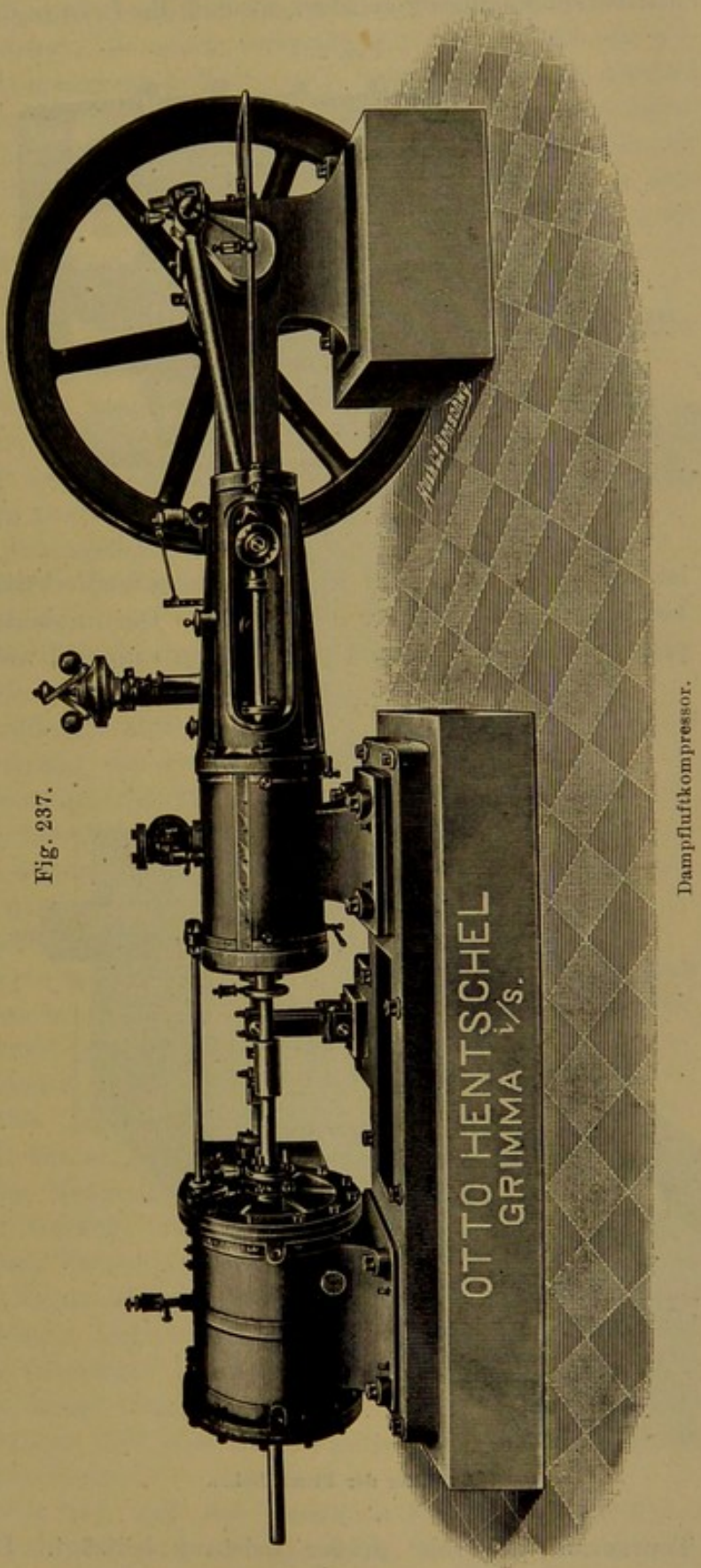
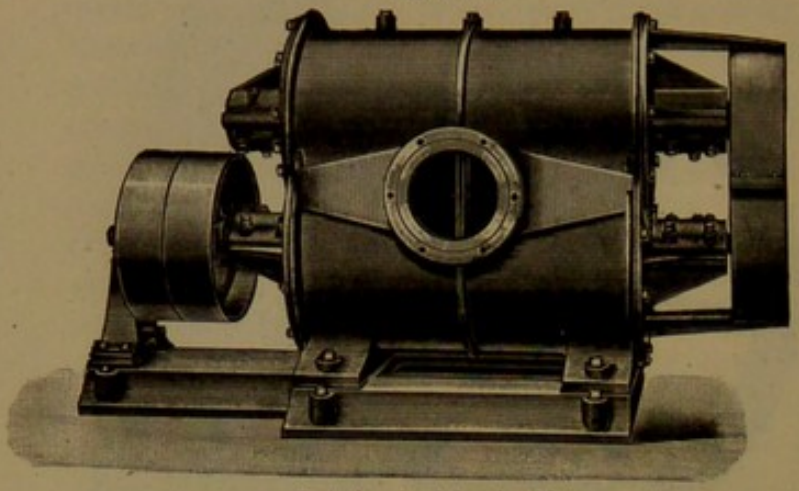


Fig. 237. Dampfluftkompressor.

Kessel aus, der doch mit Ausnahme des Betriebsstillstandes immer unter Spannung ist, bedient wird. Diese Dampfkompressoren werden auch mit verstellbarem Regulator geliefert, so daß die Leistung ganz nach Belieben geändert werden kann. Der Luftzylinder sollte, wenn möglich, Schiebersteuerung haben. Bei den Luftkompressoren wird häufig der gleiche Fehler bei der Aufstellung, wie mit so vielen Einrichtungen im Betrieb gemacht: sie werden meist zu knapp in der Höchstleistung bemessen, was ja begreiflich ist, da sie ziemlich viel Geld kosten, was aber nicht richtig ist, da die nächste Größe der Ausführung im Verhältnis zur ungleich größeren Leistung nur sehr wenig mehr kostet. Der in richtiger Größe gewählte Kompressor arbeitet bei normaler Belastung rationell, während die wenn auch nur vorübergehende Höchst- und Überbelastung auch übergroßen Dampfverbrauch bedeutet.

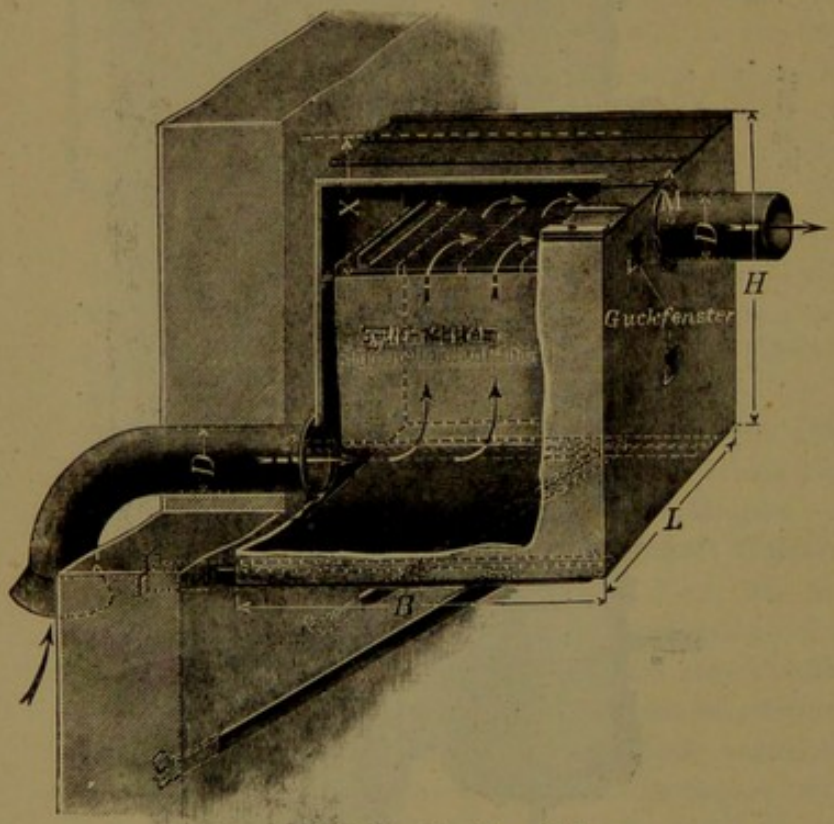
Fig. 238.



Rotationshochdruckgebläse.

Außerdem sind noch, weil sie fast um die Hälfte billiger als ein Dampfluftkompressor gleicher Leistung sind, die Rotationshochdruckgebläse nach Fig. 238 sehr im Gebrauch, die bis 3 m Wassersäulenüberdruck ganz gut verwendbar sind. Solide gelagert und mit Ringschmierung versehen, haben sich diese Gebläse allenthalben sehr gut eingeführt und bewährt. Betriebsstörungen damit sind bei sachgemäßer Bedienung kaum möglich, wozu die verhältnismäßig geringe Tourenzahl bei sehr großer Leistung beiträgt. Die eingekapselten Zahnräder (rechts) können in Öl laufend geliefert werden, so daß nur wenig Geräusch des arbeitenden Gebläses zu hören ist. Der gelieferte Luftstrom ist ein ununterbrochener. Man versieht die Gebläse sehr zweckmäßig mit

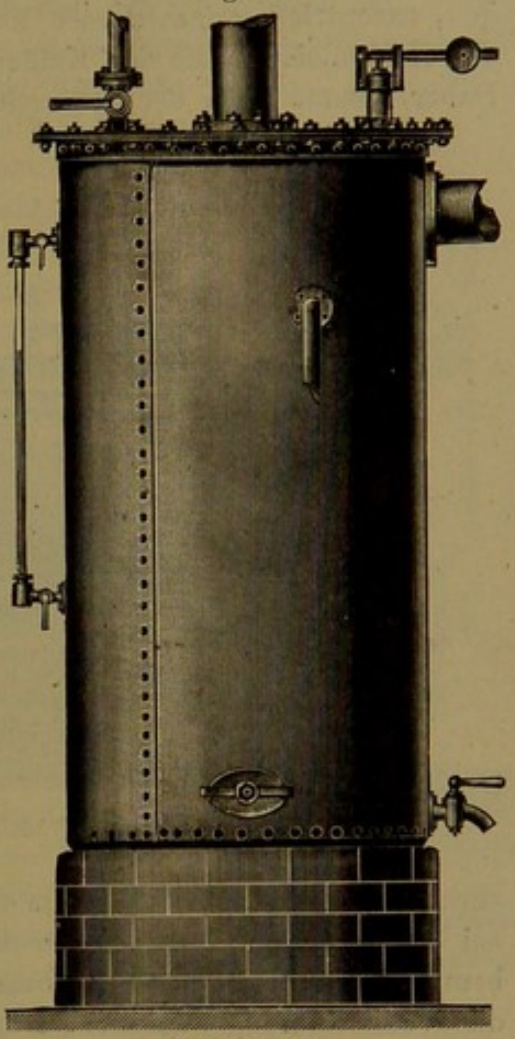
Fig. 239.



Luftfilter der Firma Bohm.

Stufenscheiben, so daß sie, je nach Größe, auf etwa zwei bis drei Leistungen eingestellt werden können. Die eingesaugte Luft allerdings verursacht ein großes Geräusch. Deshalb wird dieselbe zur Schalldämpfung auch durch eine große Luftkammer angesaugt, die meist zweiteilig ist und in der die angesaugte Luft eine Verlangsamung erfährt, und Staubteilchen, die speziell den rotierenden Teilen der Maschine gefährlich werden können, absetzen kann, wobei eine bedeutende Schallverminderung eintritt. Das Einsaugerohr ist möglichst hoch, bis über Dachhöhe zu führen, um staubfreieste Luft zu entnehmen. Luftfilter, um einer Infektionsgefahr der Würzen durch die Luft vorzubeugen, hält der Verfasser, wie schon erwähnt, unter normalen Luftverhältnissen für unnötig; die Angst vor dieser Infektionsmöglichkeit ist unbegründet, es müßte denn ausnahmsweise stark mit Staub geschwängerte Luft zur Verfügung stehen. Für diesen Fall ist die Anlage einer Filterkammer. etwa nach Fig. 239, anzuraten, in die das Ansaugerohr von Dachhöhe aus mündet und von der die Luftleitung zum Kompressor oder Gebläse weitergeht; gilt es doch auch zu vermeiden, daß Staubteile ins Innere der Maschine kommen. Da und dort wird zur Waschung und Temperierung der komprimierten Luft ein Luftsammler (Fig. 240) eingeschaltet, der etwa zur Hälfte mit Wasser befüllt ist. Die eingepreßte Luft wird durch das Wasser getrieben, um sie neben der Waschung eventuell im Winter anwärmen zu können, ein unter normalen Luftverhältnissen unnötiges Beginnen, das allerdings auch dem aus dem Luftkompressor mitgerissenen Öl die Abscheidung ermöglichen soll. Ist aber die Ölung der Maschine in Ordnung, so kann es sich nur um sehr kleine Mengen Zylinderöl handeln, die der Gärung, zumal wenn zur Schaumdämpfung Fett zugegeben wird, nichts schaden. Für normale Luft sind besondere Reinigungsvorrichtungen unnötig, denn die Infektionsgefahr durch die eingeblasene Luft ist zu vernachlässigen, wenn nicht, wie gesagt, eine abnorm verunreinigte Luft vorliegt, die notgedrungenerweise nicht umgangen werden kann. Durch genügende Hochführung der Saugleitung über Dachhöhe hinaus wird aber überall reine Luft zu haben sein, die besonderer Reinigung nicht bedarf.

Fig. 240.

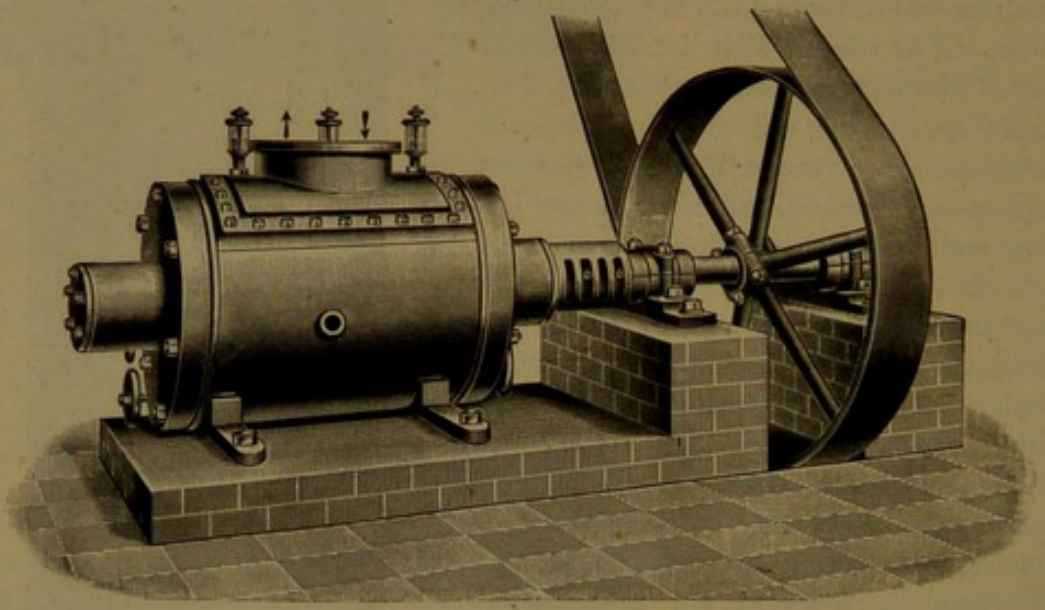


Luftsammler.

Umstehend sei in Fig. 241 noch der rotierende Kompressor der Firma Bohm gebracht, der sowohl mit Riemen angetrieben als auch mit Elektromotor oder Dampfmaschine gekuppelt werden kann. Der rotierende Kompressor überwindet mit seiner Preßluft bis gegen 20 m Wassersäule, ist bei gleicher Leistung billiger als der Dampfkompressor mit hin und her gehenden

Kolben und braucht weniger Platz. Er ist deshalb leicht aufzustellen, hat keine Steuerungen, Schieber, Ventile, Gestänge u. dgl., also keine toten Räume, braucht bei gleicher Leistung weniger Kraft, weniger Schmierung und hat infolgedessen eine größere Lebensdauer. Gegenüber den Gebläsen leistet er das Gleiche bei geringerer Tourenzahl und einem dauernden Wirkungsgrad von 90 bis 95 Proz.; er kann noch mit einer Wasserkühlung und Leistungsregulierung versehen werden, die bei gleicher Tourenzahl und fallendem Kraftbedarf die Luftmenge zu verringern gestattet. Diese Rotationskompressoren arbeiten vierfach wirkend ohne innere oder äußere Zahnräder und besitzen statt des hin und her gehenden Kolbens einen rotierenden, exzentrisch angeordneten Kolben mit verschiebbaren selbsttätig dichtenden Kolbenleisten, die den Kolbenringen der Schubkompressoren entsprechen. Daher kommt auch der geräuschlose Gang und die ruhige Wirkung. Der

Fig. 241.



Rotierender Kompressor, bis 20 m Wassersäulengegendruck verwendbar.

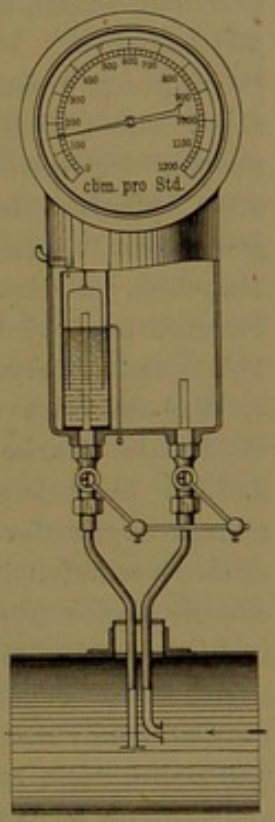
verlangte Druck kann an einem Belastungsventil eingestellt werden, das sich bei überschüssiger Luft mit der Saugeöffnung verbinden und als Umlaufventil benutzen läßt. Bei einer Druckbeanspruchung von unter 5 m Wassersäule kann die Wasserkühlung wegfallen. Durch die Möglichkeit der Leistungsregulierung entsprechen diese Maschinen in ihrem Betrieb sehr gut den wechselnden Anforderungen an Luft in der Lufthefenfabrikation; die Tourenzahl bleibt gleich, nur die Luftlieferung ändert sich und mit ihr der Kraftbedarf es sind also keine Stufenscheiben nötig, was ihre Antriebsmöglichkeit ungeheuer erleichtert, so daß sie ebenso mittels Transmission als auch mit einem direkt gekuppeltem Elektromoter oder Dampfmaschine angetrieben werden können. Sehr zu empfehlen ist die Einschaltung eines Luftmessers in die Druckluftleitung, der jederzeit angibt, welche Luftmengen der Gärung zufließen. Die Firma Ott u. Cie., technisches Bureau, Berlin, bringt einen sehr guten Apparat hierzu in den Handel, der wertvolle Dienste leistet (Fig. 242).

γ) Die praktische Durchführung der Gärung. Der Gärbottich steht zur Aufnahme der Würze bereit; die Stellhefe für die Würze aus den 3000 kg Material mit 5 Proz. = 150 kg ist in kaltem Wasser fein verteilt

bzw. gelöst, wie technisch gesagt wird. Soll neue Stellhefe eingeführt werden, so wird sie tags zuvor etwa in einer Menge von 15 kg in 2250 Litern Stammwürze mit schwacher Lüftung vergoren und nun als Stellhefe samt der vergorenen Würze der Hauptwürze im Gärbottich zugegeben. Der Ablaufschieber am Auslauf des Gärbottichs, der gründlich gereinigt ist, und das Putzventil sind geschlossen. Die sterilisierte, gesäuerte Maische im Läuterbottich ist so lange gestanden, daß das Läutern beginnen kann. Nach Ablauf von 5 bis 10 Minuten zeigt sich die Würze frei von kleinen Schwebeteilchen, aber milchig trübe, wie sie es bei einem Säuregrade von 6° per 100 ccm ist.

Der Injektor für die trübe Würze wird abgestellt, wenn die Mulde leergesaugt ist, und dann der Muldenauslauf zum Kühler freigegeben, dessen Wasserzufluß man einige Minuten vorher öffnet, um den Wasserraum mit kaltem Wasser zu füllen. Im Anfang wird der Kühler etwas stärker mit Wasser bedient, damit die Stammwürze, die zuerst mit großem Druck den etwa halbgeöffneten Läuterhähnen entströmt, richtig auf 25° Anstelltemperatur gebracht wird. Da die Würze im Gärbottich 3 Stunden bei 25° gehalten werden muß und sich doch dabei durch die langsam einsetzende Gärung erwärmt, so wird man z. B. im Winter dem Kühler so viel kaltes Wasser zuführen, daß ihn die Würze gerade mit 25° verläßt; denn durch die kalte Temperatur im Raume wird sie eher noch etwas abgekühlt, was einen Ausgleich für die Selbsterwärmung durch die Gärung bildet. Im Sommer dagegen darf man die Temperatur der den Kühler verlassenden Würze ruhig bei 24 bis $24^1/_2{}^0$ wählen, um im Gärbottich etwa gerade 25° zu erhalten. Das sind eben Erfahrungszahlen des Betriebes, die sich aus der Vorschrift ergeben, die Gärung 3 Stunden bei 25° zu führen, bis zu Ende des Läuterns die Temperatur auf 26 bis $26^1/_2{}^0$ zu steigern, dann die fertig geläuterte Würze sich selbst weiter bis auf 30° erwärmen zu lassen und dabei zu halten, bis die Vergärung erreicht ist, worauf zum Ausreifen auf 25° abgekühlt wird. Sobald also die saubere Würze den Kühler durchläuft, ist die Temperatur so zu regulieren, daß sie im Gärbottich mit 25° eintrifft.

Fig. 242.



Luftmesser von Ott & Cie. Berlin SO. 36.

Man sieht zu, daß die zunehmende Würzemenge im Gärbottich diese Temperatur behält und beginnt, wenn sie bis zur Lüftungsvorrichtung gestiegen ist, mit der Lüftung. Dabei leitet man nicht gleich die ganze übliche Luftmenge ein, die ja bei der niederen Flüssigkeitsschicht unausgenützt entweichen würde, sondern nur so viel davon, daß eben die geringe Menge Würze so gut als möglich gelüftet wird. Nun gibt man die Stellhefe oder die Vorgärungswürze zu. In dem Maße als die Würzemenge zunimmt, gibt man mehr Luft, so daß, wenn die Stammwürze nahezu unten im Gärbottich ist, schon pro 100 kg minimal mit 50 cbm = 1200 cbm pro Stunde gelüftet wird. Die Temperatur im Gärbottich ist mit der der einlaufenden Würze auf 25° zu regulieren. Man läßt nun die Stammwürze soweit als möglich auslaufen, d. h. solange sie sauber die einzelnen Hähne verläßt, was bei der Läuterung in die Mulde an den kleinen Glasproben, an dem Strauchschen Läuterbottich an den Schau-

gläsern zu sehen ist. Ist die Stammwürze möglichst weit gewonnen, so wird, wie unter „Läuterung" angegeben, das Schwänzwasser darauf gelassen, dessen Menge nach der zu erreichenden Gesamtwürzemenge und der Anzahl der Schwänzwasser sich errechnet.

Streben wir etwa 45 000 Liter Endwürze (im Mittel 15 fache Verdünnung) an und haben etwa 16 000 Liter gesäuerte Maische, die ohne Treber rund 15 000 Liter Würze darstellen, so müssen wir etwa 30 000 Liter Schwänzwasser zugeben, mit denen wir die Treber bestens auslaugen können. Wir verwenden also 4. Wasser zu etwa 7500 Liter oder besser 5. zu 6000 Liter und lockern vor dem 1., 2. und 3. Wasser bestimmt auf, nachdem die Stammwürze, 1. und 2. Wasser soweit als möglich abgezogen sind. Wenn nun das 1. Wasser, das noch sehr viel Stammwürze mitbringt und deshalb auch milchig trübe ist, herunterläuft, so muß seine Temperatur nach derjenigen der gärenden Stammwürze so reguliert werden, daß die zunehmende Würzemenge 25° beibehält. Ist das 1. Wasser beinahe abgelaufen, so geben wir in die Gärung den ersten mit 20 bis 25 Teilen Wasser verdünnten Liter Schwefelsäure zu. (Säure ins Wasser gießen!) Bezüglich der Schwefelsäuregaben nehmen wir an, daß erst einige Generationen der Stellhefe gezogen sind, diese technisch frei von Kahmhefe und die Säurung nach den weiter oben gemachten Angaben vollzogen ist, so daß wir nur 4 Liter Schwefelsäure brauchen, um etwa 2,3° Säure in 100 ccm der fertigen Würze zu haben. Die Stammwürze wird etwa in 1 bis $1^1/_4$ Stunden, das 1. und 2. Wasser in $1^1/_2$ Stunden heruntergelaufen sein, so daß bei dem An- oder Mittellauf des 3. Wassers etwa die dreistündige Führung der Gärung bei 25° vorüber ist. Wenn die starke Hälfte des 2. Wassers heruntergelaufen ist, wird der 2. Liter Schwefelsäure in die gärende Würze gegeben. Ist das 3. Wasser nahezu abgelaufen, dann kann, wenn die Läuterung desselben sehr rasch und sauber verlaufen ist, das nächste und letzte (4.) Wasser daraufgeleitet werden, ehe die Treber aus dem ablaufenden 3. heraussehen. So kann man, ohne daß Luftkanäle sich bilden, weiter läutern. Wird ein 5. Wasser, was meist vorzuziehen ist, gegeben, so muß das 3. nochmals soweit als möglich abgezogen werden, damit man nach Anschwänzung mit dem 4. Wasser mit Preßluft lockern und dann, ohne zu lockern, das 5. Wasser direkt auf das bis zu den Trebern abgelaufene 4. Wasser geben und weiter läutern kann. Läutert die Würze schon als Stammwürze nicht gut und zeigen die Treber auf ihrer Oberfläche sich nicht frei von jeder Spur von Teig, dann ist öfteres Auflockern mit Luft (oder in alten Läuterbottichen mit der Hacke) dringend geboten, was bei Maismaischen stets geboten ist. Anders bei Roggen-Gerstemaischen, die eine außerordentlich lockere Trebermasse geben und deshalb mit etwa zweimaliger Auflockerung abgeläutert werden können. Ohne Auflockern, auch bei bestem Läutern, zu arbeiten, ist fehlerhaft und bedeutet stets Zuckerverluste, weil auch bei bester Treberlage diese ungleich porös ist und die Bildung von Kanälen ermöglicht, durch die die Hauptmasse der Würze abläuft, ohne die Umgebung richtig auszulaugen.

Bei gutem Läutern, besonders wenn kein Teig auf den Trebern nach der Stammwürze sich zeigt, laufen vom 2. Wasser ab die Wasser alle blank und hell. Dabei muß eine Kontrolle ergeben, daß die ablaufende Würze bei allen Hähnen nahezu die gleiche Konzentration hat, also gleichmäßiger Auslaugung entstammt. Das tritt nicht immer ein, wenn mit dem Auflockern

gespart wird. Es kann z. B. beim 3. Wasser der größte Teil der Hähne mit Würze von 2° und ein Teil mit solcher von 3 bis 4° Balling laufen, wenn in den Trebern gröbere Kanäle sich gebildet haben, durch die die Würze schnell ohne besondere Auslaugungsarbeit abläuft. Deshalb ist auch die Zahl der Läuterhähne wichtig, die bei 30 qm Läuterfläche nicht unter 15 betragen darf, wobei ja noch immer zwei Rohre, die je das Trebervolumen über 1 qm der Fläche auszulaugen haben, zu einem Hahn zusammenlaufen müssen. Die Treberschicht soll bei Maismaischen etwa 250 bis 280 mm hoch sein; bei Roggen-Gerstemaischen ist sie lockerer und etwa 300 mm hoch. Das 1. Wasser wird bei 11° Stammwürze etwa 5° Balling zeigen, das 2. 2,4°, das 3. 1,1°, das 4. 0,3 bis 0,4°. Bei Verteilung des ganzen Schwänzwassers auf 5. Wasser bekommt man das letzte eben leichter auf 0,3° herunter. Beim 2. Wasser nun hat man den 2. Liter Schwefelsäure zuzugeben. Mitte des 3. Wassers sind die 3 Stunden der Führung der Gärung bei 25° meist abgelaufen; die Temperatur wird dann mit dem 4. eventuell 5. Wasser auf 26,5° gebracht. Der Verfasser möchte wiederholt darauf aufmerksam machen, wie leicht bei bestem Läutern, ohne daß einige Male die Treber aufgelockert werden, um der Würze sicher einen anderen Lauf zu geben, Verluste an Zucker entstehen, die ja der Bauer, der die Treber kauft, nicht ungern mit abnimmt, die aber doch eigentlich in die Gärung gehören. Die vermeintliche Läuterungsverzögerung durch das Auflockern wird ja eingeholt, weil das Läutern nicht bloß erschöpfender, sondern auch rascher geht. Zum Beginn des 4. Wassers setzt man den 3. Liter Schwefelsäure im Gärbottich zu. Während des Laufs des letzten Wassers — ist es das 4. gegen Schluß oder ist es das 5. zu Beginn desselben — wird der 4. Liter Schwefelsäure der gärenden Würze zugesetzt, die nun, wenn auf 0,3 abgeläutert ist, etwa $26^1/_2{}^0$ Temperatur und 4° Balling (— 4,5° maximal) bei 2,2 bis 2,3° Säure haben soll. Mit dieser Schwefelsäuregabe kann man bei richtig auf Kahmhefe kontrollierter Stellhefe und genügender, durchgreifender Säurung lange arbeiten, ohne irgendwie Gefahr zu laufen, daß Kahmhefe oder Flockung sich einstellen. Kahmhefe in bemerkenswerter Menge sollte bei richtig kontrollierter Arbeit ausgeschlossen sein; sie kommt nur als Infektion mit der Stellhefe oder von den Wänden des ungenügend gereinigten Gärbottichs in die Gärung hinein. Es ist also bloß die Gefahr der Flockung, die einigermaßen zu fürchten wäre.

Der Verfasser hat schon früher seine Ansicht dahin geäußert, daß die Flockung mit einem mangelhaften Eiweißabbau zusammenhängt, also eine Folge ungenügender, ungleichmäßiger und unreiner Säurung ist, die zu schnell und bei zu niederer Temperatur geführt wird. Der Eiweißabbau ist eine Begleiterscheinung langsamer Säurung bei höheren Graden zwischen 55 und $58^3/_4{}^0$, während bei niederen Temperaturen schneller mehr Säure aber so gut wie ohne peptatische Arbeit gebildet wird. Die genügende und die ganze Masse der Maische (Durchrühren) umfassende Säurung bis zu 6° der Stammwürze ist ein ausgezeichneter Schutz gegen die Flockung, so daß nur wenig Schwefelsäure als Bakteriengift noch nötig ist, um die Milchsäure, der noch anderweitige Arbeit obliegt, zu unterstützen. Die Endwürze, die entkohlensäuert bei 4 bis 4,5° Balling 2,2 bis 2,5° Säure anzeigen muß, wird weiter mit minimal 1500 cbm pro Stunde gelüftet, wobei man die Temperatur von 26,5 auf 30° kommen läßt. Die Vergärung wird in der ersten Stunde von 4,0 bis 4,5° auf 3,2 bis 3,6° Balling heruntergehen. In 4 Stunden etwa ist die Würze

von 4,0 bis 4,5° auf 1,2 bis 1,5° Balling vergoren. Sobald die Temperatur aber bei 30° angelangt ist, muß sie durch geringes Öffnen des Kühlers dabei gehalten werden, so daß die letzten Generationen der Zellen in der ziemlich nährstoffarmen Würze bei der deshalb erhöhten gleichen Temperatur von 30° heranwachsen können. Das so wichtige Ausreifen der Hefe erfolgt dann, wenn die Vergärung von 1,3 bis 1,5° erreicht ist und die Würze auf 25° abgekühlt wird. Nun werden statt der minimal 1500 cbm Luft stündlich nur noch 400 bis 600 cbm eingeblasen, da ja die Nahrungsaufnahme nur mehr gering ist und die Hefe nur die verfügbaren Dextrin- und Eiweißmengen zum Ausbau ihrer letzten Sprossungen sich herausholt, wozu es keines allzugroßen Luftreizes bedarf. Sehr anzuraten ist die mikroskopische Kontrolle der Gärung, besonders in den letzten Stunden; ebenso lohnt sich auch die stündliche Entnahme von Proben in einem Glaszylinder, die uns die Vergärung angeben und zur Seite gestellt uns ein Bild des Zustandes der bereits gewonnenen Hefe dartun, wenn wir sie sich absetzen sehen. Da die Gefahr der Kahmhefe und der Flockung eigentlich nur zum Schluß der Gärung eintritt, so ist eine Kontrolle der Gärung in diesen letzten Stunden doppelt angebracht, die es oft noch ermöglicht, durch eine kleine Schwefelsäuregabe eine drohende Gefahr abzuwenden. Deshalb muß es auch, obwohl es da und dort üblich ist, als mehr wie fahrlässig bezeichnet werden, wenn von der Kontrolle der Endwürze an bis etwa zur Zeit, da die Vergärung eingetreten sein könnte, keine Probe weiter entnommen wird. Denn es ist auch sehr gefährlich, die vergorene Würze, die bereits 1,3 bis 1,5° Balling erreicht hat, bei 30° längere Zeit mit der ganzen Luftmenge zu lüften. Die Hefe kann so nicht ausreifen, wird überreizt, will sprossen und wird teilweise das Opfer dadurch hervorgerufener, innerer peptatischer Vorgänge.

Die Würze ist daher, sobald die Endgärung erreicht ist, sofort auf 25° abzukühlen und schwächer zu lüften, solange das Ausreifen dauert, das nur bei verminderter Temperatur von 25° vorgenommen werden darf. Der Erfolg, der durch diese Ausreifung erreicht wird, ist ganz bedeutend. Das Saccharometer zeigt allerdings keine Minderung der Vergärung an, aber die vergorene Würze wird immer dichter, heftiger und zeigt unter dem Mikroskop immer mehr einzelne, gut ausgewachsene Zellen, während die Verbände mehr und mehr verschwinden. Die Menge der ausreifenden Hefe gleicht die kleine Minderung aus, die eigentlich der Extraktgehalt noch erleidet, weshalb sie sich der Saccharometeranzeige entzieht. Hat die Ausreifung bei 25° und unter schwächerer Lüftung etwa 2 Stunden gedauert, so wird eine Probe in einem Glaszylinder weggenommen, gespindelt und titriert. Meist ist gegenüber der Säure der fertig geläuterten Würze ein kleiner Zuwachs in der vergorenen Würze zu verzeichnen, der etwa 0,2° pro 100 ccm beträgt, also eine kleine Nachsäurung bedeutet, die natürlich bei der Verdünnung der gesäuerten Würze nur gering ins Auge fallen kann.

Empfehlenswert ist das Einhalten einer bestimmten Höhe der Würzemenge, das zur Durchführung genauer Arbeit nötig ist, bei der die vorgenommenen Untersuchungen doch Vergleichszahlen ergeben sollen.

Zwischen jedem Schwänzwasser ist das Sieb am Einlauf der Würze in den Gärbottich zu reinigen, was besonders bei den ersten Wassern nötig sein dürfte.

Ist eine neue Stellhefe nach erfolgter Vorgärung eingeführt, dann nimmt man für die Lüftung nicht gleich die ganze Menge von minimal 1500 cbm

(50 pro 100 kg) pro Stunde, sondern beginnt mit etwa 24 = 720 cbm und steigt innerhalb einiger Tage mit jeder Generation auf die übliche Luftmenge. Bei dieser langsamen Angewöhnung erreicht man eine größere Festigkeit der Eigenschaften der neuen Rasse, die besonders eine bessere Vergärung und damit bei gleicher Hefenausbeute mehr Alkohol ergibt.

Durch kleine Gaben neuer, bezogener Stellhefe zu der Generationenstellhefe des Betriebes von Zeit zu Zeit kann man die ganze Erneuerung der Betriebshefen durch neue Stellhefe und Vorgärung auf lange Zeit hinausschieben und dabei die Ausbeute auf ziemlich gleicher Höhe erhalten. Denn diese kleine Auffrischung vollzieht sich, ohne an den Ausbeuten bemerkbar zu rütteln, und kann je nach Lage der Dinge früher oder später mit 30 kg bezogener Hefe alten Verfahrens von insgesamt 150 kg Stellhefe vorgenommen werden. Wird nur mit Reinkultur die Aussaat erneuert, dann empfiehlt sich nur die Vorgärung, da es unzweckmäßig wäre, Reinkultur einfach der lange geführten Betriebshefe zuzusetzen. Von Zeit zu Zeit ist ja auch bei der Stellhefenauffrischung einmal gänzlich zu erneuern, was auch im Großbetriebe mit täglich mehreren Gärungen leicht geht, ohne die Ausbeute zu beeinflussen, da nur ein Bottich mit der neuen Hefe einige Tage geführt zu werden braucht, von dem nach der Anpassung der neuen Hefe diese für alle Bottiche genommen wird.

Die mit der Hefe saccharometrierte Probe der vergorenen und ausgereiften Würze wird, nachdem sich die Hefe abgesetzt hat, wieder gespindelt. Die Differenz zwischen beiden Ablesungen ist um so größer, je besser die Hefenausbeute ist, je mehr suspendierte Hefe die Dichtigkeit der Würze beeinflußt. Die abgesetzte Hefe, die sich bei guter Säurung langsam und gleichmäßig setzen muß, soll einen dichten, doch beweglichen Brei ohne Lufteinschlüsse bilden. Auch darf sie beim Stehen im Zylinder nicht nach oben treiben, was auf Unreife oder schlechte Vergärung deuten würde. Sie muß sich langsam so dicht absetzen, daß infolge der dadurch erfolgten Verdrängung der Würze aus den Zwischenräumen die Hefe rein weiß erscheint.

e) Die Gewinnung der Hefe aus der vergorenen Würze.

α) Allgemeines hierüber und die ältere Methode. Wie wir an der entnommenen Probe der vergorenen Würze sehen, setzt sich die Hefe bei ruhigem Stehen, wenn die Gärung gut verlaufen ist, langsam, gleichmäßig und deshalb dicht zu Boden; die überstehende Flüssigkeit wird wohl hell, aber nicht blank sein. Sind sogenannte Schleier vorhanden, die die Würze verschieden durchsichtig erscheinen lassen, so sind fast immer unreife, kümmerlich gewachsene Zellen darin zu finden, die irgend einem Fehler der Arbeit, besonders unreiner Säurung oder mangelhafter Verzuckerung entstammen. Die am nächsten liegende Möglichkeit, die Hefe zu gewinnen, war nun die, ihr in geeigneten Gefäßen Zeit zum Absitzen zu gewähren und dann die überstehende Würze abzuziehen. Man wählte dazu flache, eiserne sogenannte Schiffe, die wie die Kühlschiffe der Brauerei rechteckig mit abgerundeten Ecken und Kanten, aber je nach dem verfügbaren Raum zwischen 0,4 bis 0,5 m hoch gewählt wurden. Der Boden ging abgerundet in die Wände über, deren eine ein Schauglas hatte, durch das die sich absetzende und abgesetzte Hefe beobachtet werden konnte. Mit Gefälle zu einem Eck gelegt,

hatten diese Schiffe eben dort ein Einlegerohr, mit dem man die Würze langsam bis zur Hefe so verlustlos als möglich abzog, um dann den dicken Hefenbrei durch besondere Leitung zu den Pressen zu fegen. Nun mußte aber, damit sich die Hefe rasch und vollständig absetzen konnte, die ganze Menge vergorener Würze auf mindestens 17,5 bis 20° abgekühlt werden, eine Arbeit, die viel Wasser und Zeit beanspruchte, zumal die Temperaturdifferenz des Kühlwassers und der abzukühlenden Würze nicht groß war. Außerdem war man in der Fabrikation darauf angewiesen, eine Hefe zu züchten, die sich in kürzerer Zeit vollständig setzte, damit in 10 bis 12 Stunden ihre Trennung von der Würze vorgenommen werden konnte. Man vermochte also meist nicht so zu arbeiten, wie man gerne gewollt hätte, z. B. auf staubige Hefen hin; denn diese setzten sich erst nach vielen Stunden und dann so wenig dicht ab, daß ein genügendes Abziehen der Würze, ohne Verluste zu gewärtigen, kaum möglich war. Die Hefe mußte mit viel Würze zu den Pressen gebracht werden. Man wählte damals noch in der älteren Lüftungsmethode bei geringerer Säure höhere Temperaturen, bei denen eben die Hefe den gewünschten Charakter annahm, d. h. sich gut absetzte, ohne aber flockig zu sein. Um die Hefe auf den Absatzschiffen gut gewinnen zu können, mußte sie sich schon in etwa $^1/_4$ bis $^1/_2$ Stunde in der Glaszylinderprobe schön gleichmäßig setzen; dann war zu erwarten, daß sie sich im Absatzschiff selbst in den 12 bis 14 Stunden so völlig und so dicht abschied, daß ihre möglichst vollständige Trennung von der Würze erreichbar war. Alle Hefe aber zu gewinnen, war unmöglich; denn so lange konnte man besonders im Sommer die Hefe in der vergorenen Würze nicht stehen lassen, ohne ihr zu schaden. So nahm man die Verluste eben als etwas Unvermeidliches in Kauf, bis die Spezialfabriken für Zentrifugenbau sich der Sache zuwandten und durch langwierige Versuche dahin gelangten, Hefenzentrifugen zu konstruieren, die die völlige Trennung der Hefe von der Würze, die restlose „Enthefung" der vergorenen Würze ermöglichten.

β) Die Gewinnung der Hefe aus der vergorenen Würze durch Zentrifugieren. Die Wirkung der Hefenzentrifugen beruht auf dem gleichen Prinzip, wie die von all den in der Industrie bekannten derartigen Apparaten, auf der Wirkung der Zentrifugalkraft. Doch war es nichts weniger als leicht, die sonst verschiedentlich bewährten Apparate auf die Gewinnung der Hefe umzubauen. Es war zuerst eine schwedische Fabrik, die die „Hefenseparatoren" auf den Markt brachte und sie mit Dampfturbinen ausstattete, da die Trommel des Separators mindestens 4500 Touren pro Minute machen muß. Doch war die Leistung der ersten Apparate gering; sie verarbeiteten nur 1000 Liter Würze pro Stunde. Der Turbinenantrieb, obwohl theoretisch hier am Platze, bewährte sich nicht, die Abnutzung und der Dampfverbrauch waren groß und der Dampf als treibende Kraft war eine unangenehme Beigabe bei der Gewinnung der so wärmeempfindlichen Hefe. Eine Erwärmung des Raumes trat ein, die Zentrifuge selbst wurde sehr warm, zwei Unannehmlichkeiten, die eine Zeitlang der Hefenzentrifuge ihren verdienten Siegeszug in die Lufthefenindustrie erschwerte, trotzdem bald die Vorteile der Zentrifuge erkannt wurden. Man ersparte die Zeit des Absitzenlassens der Hefe; in der Zeit, während der man früher die vergorene Würze zum Absatzschiffe brachte, konnte die Hefe schon ausgeschleudert sein. Anstatt die ganze Menge vergorener Würze auf 17,5 bis 20° abzukühlen, was

riesige Wassermengen erforderte, konnte die vergorene, 25° warme Würze nach der Ausreifung der Hefe sofort zentrifugiert werden, so daß nur die ausgeschleuderte dicke Hefe auf 15 bis 17° abzukühlen war. Außerdem war man ganz unabhängig davon geworden, wie sich die Hefe setzte; im Gegenteil, die staubigen Amidhefen wurden am leichtesten restlos gewonnen, aber auch die grießigen, körnigen Hefen wurden völlig den Würzen entzogen. Die Qualität der Hefe wurde besser, weil sie sofort nach dem Ausreifen zum Ausschleudern und Pressen kam, und nicht, wie früher, 12 bis 15 Stunden und noch länger in der Würze herumstehen mußte. Die Ausbeute aber hob sich bedeutend und zeigte erst, welche Verluste die Absatzschiffe bei sorgfältigster Arbeit mit sich brachten. Mehrausbeuten von mindestens 0,5 Proz. waren die Folge; teilweise betrugen sie $^3/_4$ bis 1 Proz., besonders da, wo wegen räumlicher Verhältnisse recht hohe Schiffe verwendet werden mußten.

Bald erschienen die schwedischen Separatoren entsprechend geändert wieder auf dem Markte; sie waren mit Schnurantrieb ausgerüstet und für eine auf 2500 Liter pro Stunde erhöhte Leistung gebaut. Man konnte jetzt mit sechs Separatoren eine Gärung von 30 000 Litern in 2 Stunden erledigen, also in dieser Zeit den Hefenbrei daraus zur Verfügung haben. Der Hefenbrei, wie er vom Separator kam, war nur auf 15 bis 17° abzukühlen, und das Pressen konnte beginnen. Bis zu der Zeit, da man früher anfing, in den Schiffen die Würze abzuziehen, war jetzt bereits alle Hefe gepreßt. Der einzige Vorteil der Absetzschiffe, daß sie keine Kraft brauchten und die Nachtarbeit gut umgehen ließen, weil gerade während der Nacht sich die Hefe absetzen konnte, war mehr als ausgeglichen durch den Platz, den man nach Entfernung der Absetzschiffe gewann. Und wenn das Zentrifugieren im Kleinbetrieb ohne Nachtschicht fertig war, war auch die Hefe auf 15° abgekühlt und konnte bis zum andern Tag stehen. Da also nur Vorteile von den Zentrifugen zu erhoffen waren, vollzog sich ihr Einzug in die Hefenindustrie, selbst in die kleinsten Betriebe, sehr rasch, so daß wohl heute keine Fabrik mehr mit den Absetzschiffen arbeitet.

Da nun an den Separatoren der Turbinenantrieb inzwischen, wie die Turbine überhaupt, wesentlich verbessert wurde, so daß die Abnutzung und der Dampfverbrauch etwa denen bei Transmissionsantrieb gleich kommen, so seien beide Arten im Bilde gebracht. Neuerdings werden die Dampfturbinen durch Elektromotoren ersetzt, was außerordentlich zweckmäßig ist und vermutlich auch den Schnurantrieb bald verdrängen dürfte. An Stelle der Dampfturbine träte also der Elektromotor, so daß das eine Bild des Separators mit Turbinenantrieb auch etwa dem äußeren Eindruck des mit Elektromotor betriebenen nahekommen dürfte. In Deutschland ist es die Firma Ramesohl und Schmidt, Ölde, Westfalen, die sich der Sache angenommen hat und große Abnehmerkreise fand. Von ihr stammen die Hefenzentrifugen, deren Bilder nachstehend gebracht sind. Fig. 243 (a. f. S.) zeigt den Separator mit Turbinenantrieb in Bild und Schnitt; Fig. 244 (S. 597) stellt den Separator mit Schnurantrieb in Bild und Schnitt dar. Die Tourenzahl der Trommel beträgt für die richtige Leistung 4500 minimal, darf aber 5000 nicht überschreiten. Beide Grenzen dürfen nicht unter- oder überschritten werden, wenn eine gute Arbeit der Maschine statthaben soll. Zur Kontrolle für die richtige Zahl der Umdrehungen dient ein eigens angebrachter Zähler, der an einem auf der einen Seite beweglich befestigten Hebelarm sich befindet und mit dessen anderen

Ende gewöhnlich in einem Kettchen festgehalten ist. Wird er herausgenommen, so legt sich das Zahnrad des Zählwerks in ein Gewinde an der Hauptachse und gibt je 100 Touren durch ein Glockenzeichen an. Wie man aus den Schnittzeichnungen ersieht, ist es die besondere Konstruktion der Haube oder Trommel, die die exakte Arbeit der Enthefung ermöglicht und deshalb auch, wie der ganze Apparat, besonderer Wartung und Aufsicht bedarf.

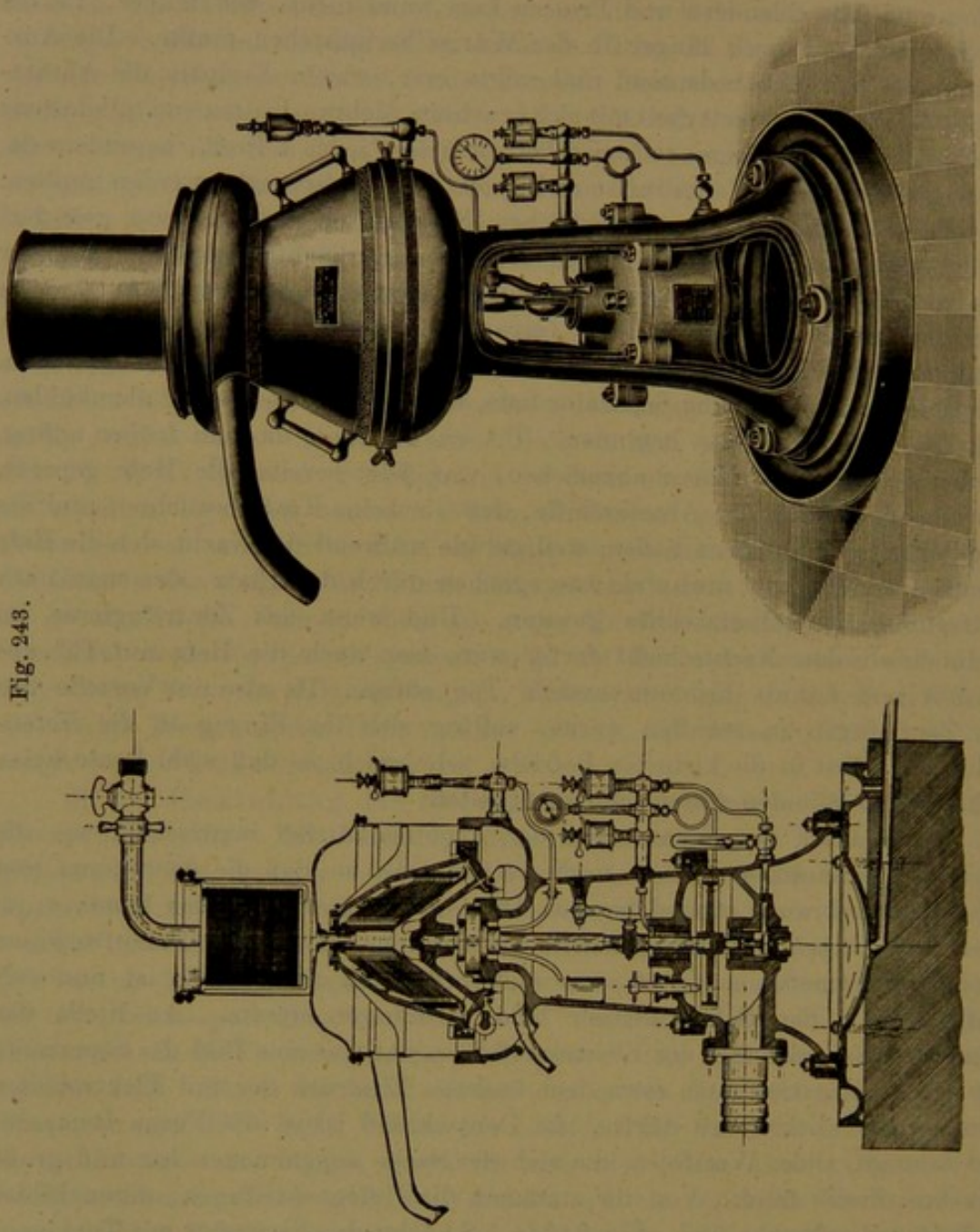


Fig. 243.

Hefenseparator mit Turbinenantrieb; an die Stelle der Turbine kann auch ein Elektromotor treten.

Die Hefenzentrifuge selbst ruht auf Gummiunterlagen, weshalb die Muttern der Fundamentschrauben nur mit der Hand angezogen werden dürfen, um der schnell rotierenden Trommel nicht den ruhigen Gang zu erschweren. Besonderer Nachsicht bedürfen die Ölvorrichtungen, die bei der hohen Tourenzahl eine große Rolle spielen. Eine genauere Beschreibung erübrigt sich, weil das prinzipielle Wirken der Zentrifugen aus den Bildern leicht ersichtlich ist und jeder, der sich Zentrifugen anschaffen will, genaue-

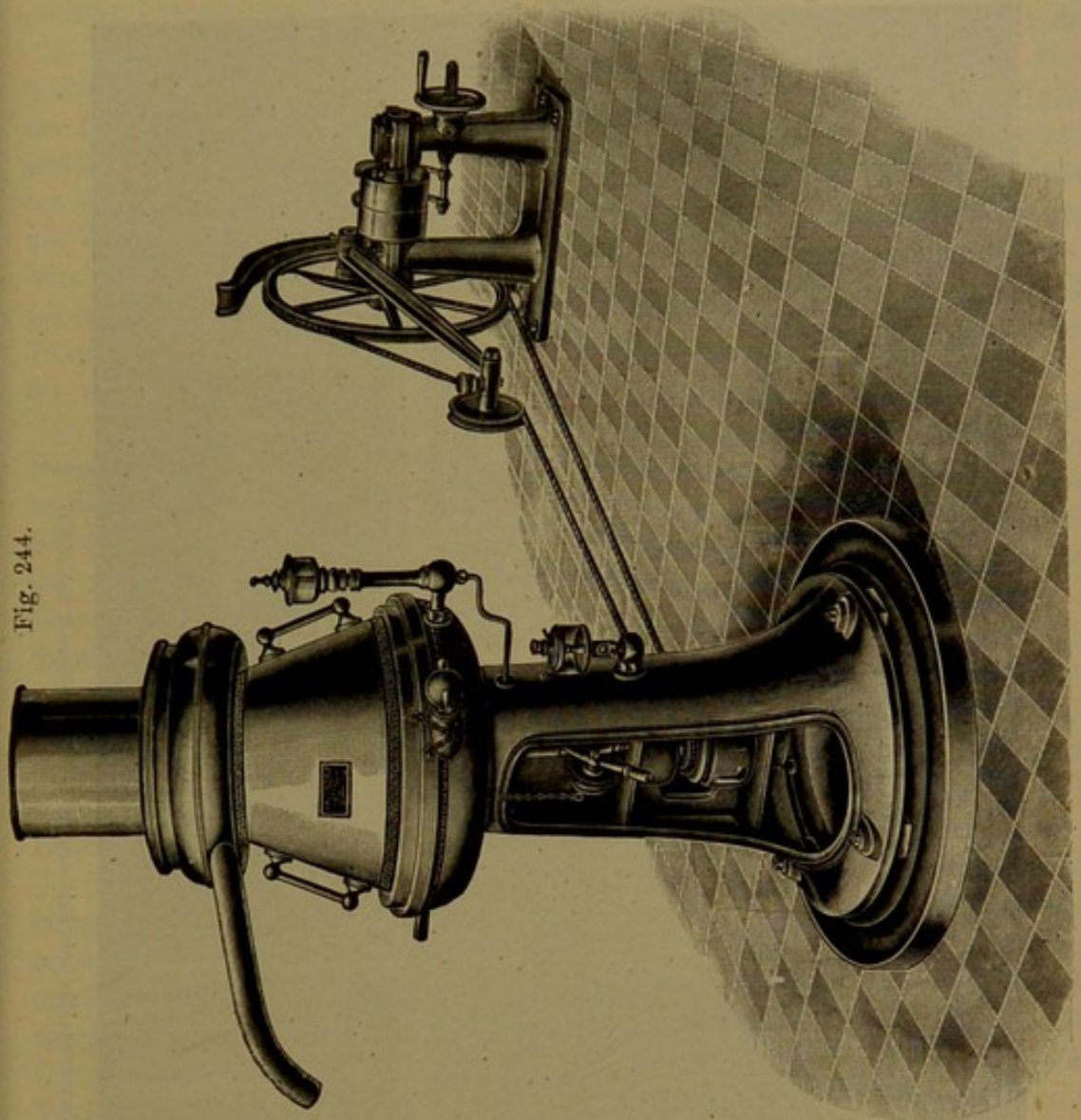
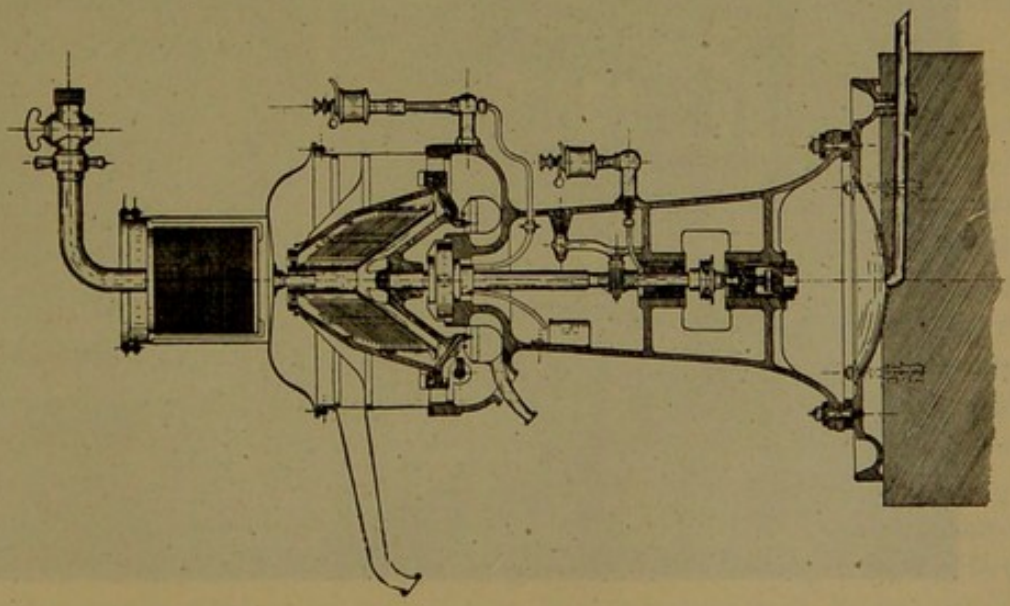


Fig. 244. Hefenseparator mit Schnurantrieb.



(Schnitt.)

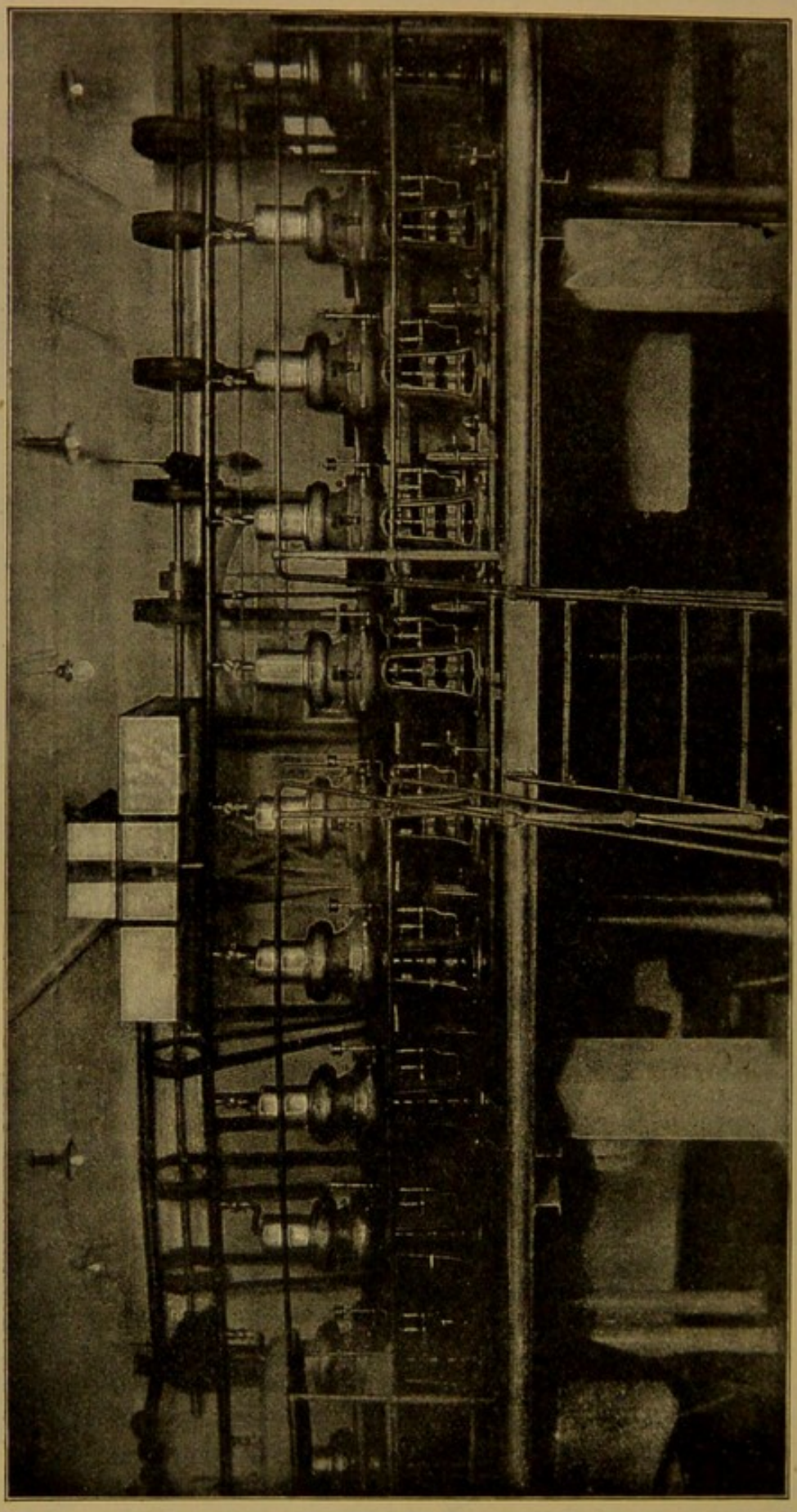


Fig. 245.

Bild einer Separatorenanlage mit Schnurantrieb (Ramesohl und Schmidt).

stens sich und das Personal mit der Handhabung, Reinigung und Inbetriebsetzung bekannt machen muß, wozu die Fabrik genaue Anweisungen gibt.

Nebenstehend sei in Fig. 245 das Bild einer Separatorenanlage mit dem wichtigen Vorsiebkasten gegeben, der wiederholt verhindern soll, daß feine, der Läuterung entgangene Teilchen in die Separatoren gelangen und die Tellereinsätze oder die Hefendüsen verstopfen. Deshalb hat ja auch der Verfasser am Gärbottich das Sieb am Einlauf der Würze angeraten. Außerdem passiert die Würze noch einen Siebeinsatz über der Trommel, ehe sie in diese gelangt. Wo Schnurantrieb vorliegt, ist beim Einrücken seines Vorgeleges Vorsicht geboten. Die Angriffsfläche bei der Schnurrolle an der stehenden Welle der Zentrifuge ist gering; man muß deshalb langsam vorgehen, bis die Trommel die vorgeschriebenen 4500 Touren macht.

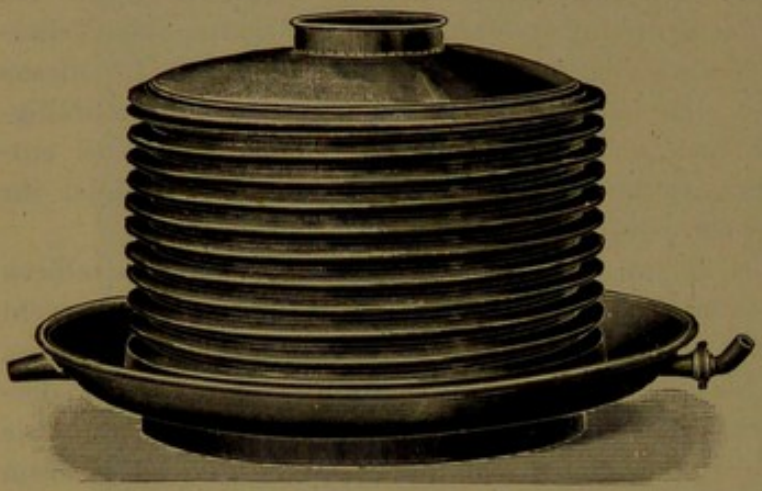
Meist ist die Anlage so angeordnet, daß die vergorene Würze nach Beendigung der Ausreifung in einen Behälter gepumpt wird, dessen Überlauf in den darunterstehenden Vorsiebkasten geht und an seinem Ende mit einem Schwimmerventil versehen ist, so daß, wenn der Vorsiebkasten sich anfüllt, der Zulauf vom oberen Sammelbehälter sich abschließt und Zeit bleibt, den Zulauf vom Gärbottich bzw. die Pumpe abzustellen. Je reiner die Würze ist, desto glatter wickelt sich das Zentrifugieren ab. Die Kapillarräume der Tellereinsätze und die Hefendüsen sind sehr feine Durchgänge, die genau für diesen Zweck berechnet sind und sich leicht verstopfen. Aber das sind Zufälligkeiten, die mit dem Sieb am Gärbottich und dem Vorsiebkasten bei entsprechender Vorsicht so gut wie ausgeschaltet werden können, wie auch ihr Eintreten ein Beweis für schlechtes Läutern ist.

Ist nun die Würze bei 25° ausgereift, dann läßt man die Separatoren langsam anlaufen, bis sie allmählich die Minimaltourenzahl von 4500 erreicht haben. Das ist mit dem Zähler leicht zu kontrollieren, dessen je 100 Touren angebende Glockenzeichen das geübte Ohr leicht richtig in seiner Aufeinanderfolge als Beweis für den richtigen Lauf des Separators taxieren lernt. Die Öler müssen natürlich gut funktionieren und der Apparat gut mit heißem Wasser nach Spezialvorschrift der Fabrik gereinigt sein. Man öffnet nun am Gärbottich das Ventil am Würzeablauf und pumpt die vergorene Würze zum Sammelbehälter über dem Vorsiebkasten. Meist stehen die Gärbottiche im gleichen Raum mit den Separatoren, laufen also nicht von selbst zum Vorsiebkasten ab, sondern müssen mittels einer Pumpe entleert werden.

Die Lüftung im Gärbottich wird jetzt so weit reduziert, daß die Würze gerade noch in Bewegung gehalten wird. Vom Sammelbehälter ergießt sich die Würze durch das Schwimmerventil auf das Sieb des Vorsiebkastens, das stets unversehrt sein muß, läßt auf diesem die geringsten Treberteilchen zurück, die die Separatoren verstopfen könnten, und tritt durch den Vorsiebkasten und den Zuflußhahn in das Einsatzsieb des Separators. Von dort gelangt die reine Würze in die Trommel und wird entheft. Die von Hefe völlig freie Würze läuft oben ab, während die Hefe als ziemlich dicker Brei zum unteren Auslauf in eine Sammelrinne wegfließt. Diese führt zu einem Kühler (Fig. 246, a. f. S.), der die Hefe auf 15° etwa abzukühlen hat, ehe sie von ihm in den Hefensammelbehälter für die Pressen gelangt. Die Würze, die oben am Separator entheft abläuft, ergießt sich ebenfalls in eine Sammelrinne und durch diese in eine Sammelgrube, aus der sie später zum Brennapparat gepumpt wird.

Im Anfang läßt man, ehe die Trommel die volle Umdrehungszahl erreicht hat, etwas Wasser in den Siebeinsatz, um die Trommel mit Flüssigkeit zu füllen und öffnet erst bei 4500 Touren langsam den Würzezufluß. Indem man die ablaufende Würze in kleinen Proberöhrchen auf ihre Enthefung prüft, öffnet man den Zufluß allmählich soweit, als er von der Zentrifuge bei normalem Gange entheft werden kann. Ist die Zentrifuge richtig im Gange, so arbeitet sie sicher jedes Hefenteilchen aus der Würze heraus; man kann mit dem Mikroskop kaum noch Zellen in der entheften Würze finden. Zeigt die kleine, am Würzeausfluß entnommene Probe noch eine auf mangelhafte Enthefung deutende Trübung, dann ist entweder der Zufluß zu stark oder die Tourenzahl zu gering. Ungenügende Arbeit der Separatoren kann auch eintreten, wenn die Trommel unruhig läuft, weil die Schnur (das Seil) nicht genug gespannt ist und gleitet, oder die feinen Hefendüsen verstopft sind. Das ist natürlich nur möglich, wenn das Sieb des Vorsiebkastens und des Siebeinsatzes der Trommel außer ihren Maschen noch unliebsame Öffnungen aufweisen, die eben übersehen wurden. Sind die Hefendüsen verstopft, dann liegt mangelhafte Reinigung vor, die natürlich nachgeholt werden muß, wozu der Separator wieder abgestellt werden muß. Hier sei auch Gelegenheit genommen, darauf aufmerksam zu machen, daß auch die Separatorenanlage nicht zu klein gewählt werden darf. Die Separierung ist bei genügender Anlage schneller beendet und für die Hefe ist es ein Gewinn an Qualität, wenn sie ausgereift so schnell als möglich aus der Würze entfernt und durch Pressen so weit als möglich von ihr befreit wird. Mit der vorübergehenden Störung eines Separators muß aber immer gerechnet werden. Zweckmäßigerweise sollte eine Gärung in längstens 2 Stunden separiert werden können; bei größeren Betrieben muß die Anlage derart sein, daß die Gärungen bei bester Enthefung in dem Zeitraum ihrer Aufeinanderfolge auch zum Separieren gelangen.

Fig. 246.



Kühler für die separierte Hefe.

Für eine Würze von 45000 Litern aus 3000 kg Einmaischung sollten, wenn eine Maischung täglich vorliegt, wenigstens acht Separatoren vorhanden sein, damit in stark 2 Stunden die Würze entheft und die Hefe abgesondert und gekühlt ist. Sind zwei oder mehr Gärungen im Gange, die rund 2 Stunden auseinanderliegen, dann dürften 9 bis 10 Separatoren gerade genügend sein, um die eine Gärung zu enthefen, bis die andere dazu bereit ist, und einen Separator in Reserve zu haben. Ist der Gärbottich leer gepumpt und die Würzeleitung mit Wasser gut nachgeschwenkt, dann gibt man, wenn auch der Sammel- und Vorsiebkasten leer gelaufen sind, noch so lange Wasser in den Siebeinsatz des Separators, bis an dem Hefenauslauf fast reines Wasser

herausfließt. Die Trommel faßt wenig Flüssigkeit, so daß hierzu nicht viel Wasser gebraucht wird. Aber richtiges Nachschwenken mit Wasser erleichtert die spätere Reinigung. Die Hefe ist unterdessen durch ihren Kanal zum Kühler gelaufen, hat sich in dessen Aufsatz gut nach allen Seiten verteilt und über die Rillen des Kühlers ergossen, die von innen mit kaltem Wasser bespült sind. Bei richtiger Wahl des Kühlers, der eher etwas zu groß genommen werden kann, was im Preise nicht viel ausmacht, wird die Hefe leicht auf 15° abgekühlt, mit welcher Temperatur sie zum Sammelbehälter für die Pressen gelangen soll.

Sind auch die Separatoren gut im Gange, so ist es doch nötig, öfter die ablaufende Würze auf ihre Enthefung zu prüfen.

Wo eine größere Anzahl Separatoren zur Aufstellung gelangt, was ja schon bei einer Gärung der Fall ist, empfiehlt es sich, den Antrieb für die Vorgelege der Separatoren durch eine Kuppelung von der Haupttransmission unabhängig zu machen, die während des Betriebs aus- und einrückbar ist. Die Separatoren werden nur kurze Zeit im Tage benötigt, weshalb die Transmission nicht unnötig den ganzen Tag mitzulaufen braucht, denn auch der Leerlauf von Transmissionen kostet Geld, wie der der Dampfmaschine. Wo es irgend angängig ist, empfiehlt es sich, sofort die enthefte Würze abzubrennen und die Hefe zu pressen. Diese wird auf diese Weise mit 15° trocken gebracht, ehe sie sich wieder erwärmen und verändern kann, jene aber auf Spiritus verarbeitet, ehe Alkoholverluste eintreten. Die enthefte Würze hat ja noch die Temperatur der Ausreifung von 25°, bei der noch nachträglich bei längerem Stehen, etwa nach 24 Stunden, Kahmhefen sich ansiedeln und den vorhandenen Alkohol angreifen können, eine Erfahrungstatsache, die man besonders dann feststellen kann, wenn einmal aus Gründen der Sonntagsruhe oder des Betriebs die Würze länger als sonst bis zum Abbrennen stehen bleiben muß. Die fehlende Alkoholmenge wurde zum Aufbau der Zellen der Kahmhefen benutzt. Für die Hefe aber ist, wie schon erwähnt, jede Minute ein Qualitätsgewinn, die sie früher von der Würze befreit wird, in der sie nichts mehr zu tun hat, sondern höchstens noch unliebsame Veränderungen erleiden kann.

Was die Behälter für die separierte Hefe und enthefte Würze anlangt, so gilt für sie das gleiche, wie für die Hefe und die vergorene Maische aus dem altem Verfahren.

Für die Hefe sind am zweckmäßigsten Sammelbehälter aus Kupfer, die im Boden eingelassen sind und aus denen die Pumpe die Hefe zu den Pressen saugt. Für die enthefte Würze eignen sich Zementbehälter, die bei ihrer Herstellung nach einem neuen Verfahren zum Zementbindewasser einen Zusatz von 1 bis 2 Proz. Schmierseife erhalten oder nach dem Abbinden des Zementglattstriches mit einem der vielen Teerlacke gestrichen werden.

Gärbottiche, Würzepumpe, Leitung, Sammelkasten, Vorsiebkasten, Zentrifugen, Kühler, Kanal für Würze und Hefe, Kühler-, Hefe- und Würzegruben sind stets gründlichst zu reinigen. Man kann nicht oft genug wiederholen, daß wohl die eisernen Gärbottiche leichter zu reinigen sind, aber deshalb nicht bloß abgespritzt werden dürfen, sondern vorher gründlich abgebürstet werden müssen, da sich sonst leicht die luftliebenden Kahmhefen ansiedeln. Die Läuterbottiche und Kühler sind leicht durch heißes Wasser und Ausdämpfen rein zu erhalten. Die Gärbottiche sind in bezug auf ihre Reinigung ganz

besonderer Sorgfalt zu empfehlen. Um die Pumpen, Leitungen, Kästen usw. zu reinigen, läßt man heißes (70 bis 80°) Wasser in den Gärbottich laufen und pumpt dieses in die Kästen für die Separatoren oder dämpft den ganzen Würzeweg gründlich aus. Die Separatoren müssen jedesmal, wenn nicht mehr separiert wird, ganz auseinandergenommen und in ihren Einzelteilen, soweit die Hefe und Würze mit ihnen in Berührung kommen, gründlich mit heißem Wasser gereinigt werden. Der gleichen Sorgfalt bedürfen auch der Würze- und Hefenkanal und besonders der Hefenkühler, der nicht bloß abgespritzt werden darf.

Für die separierte Hefe der Mais- und Roggenmaischen bzw. -Würzen (auch aus Manioka, Reis) ist eine Waschung nicht nur unnötig, sondern auch eine Verschwendung von Wasser und eine Schädigung der Hefe, der dadurch nur wertvolle Stoffe entzogen werden, an denen die Hefe der 40 Proz. Ausbeute keinen allzu großen Überfluß hat. Bei normaler Arbeit, wie oben des weiteren ausgeführt, ist die direkt nach dem Separieren gepreßte Hefe von schöner, weißlichgelber Farbe, von angenehmem Geruch, haltbar, hat Neigung zum Austrocknen und gute Triebkraft, enthält gut ausgebildete ovale Zellen mit kleinen, teilweise keinen Vakuolen und schwach grießigem, mehr glänzendem Protoplasma, das infolge der Lüftung mehr Fetttröpfchen enthält. Die Lufthefen sind, was erklärlich ist, meist glykogenreicher als die Hefen des alten Verfahrens, während der Eiweißgehalt, wenn die Lufthefe im Verhältnis zu ihrer Lüftung große Mengen genügend abgebauten Eiweißes dargeboten erhielt, sich bei beiden sehr nahe kommt. Der größere Glykogengehalt der Lufthefe erklärt sich aus dem intensiven Eiweißabbau, den das riesige Wachstum der Hefe verlangt und den das Glykogen mit unterstützt und fördert, wenn es nicht selbst eines der Produkte der Eiweißspaltung durch die Hefe ist.

Bei unreifer Lufthefe und solcher, die aus malz- und roggenarmen Maischen stammt, ist der Unterschied im Eiweißgehalt größer, weil bei dem starken Luftreiz die Sprossung nicht schnell oder reichlich genug die nötige Proteïnmenge vorfindet. Bei richtiger Anpassung der Zusammensetzung der Würzen an die geforderte stärkere Vermehrung, wobei speziell an Malz und an kleinen Roggengaben nicht gespart werden sollte, wird der Eiweißgehalt, wie schon erwähnt, dem der Wiener Hefe nicht viel nachstehen, wie auch eine mehr oder weniger vorhandene Haltbarkeit weder ein Charakteristikum der einen noch der anderen Hefe ist. Der Verfasser kann in dieser Beziehung durchaus keinen irgendwie regelmäßigen Unterschied konstatieren. Theoretisch könnte sogar die „Wiener" Hefe des alten Verfahrens eine längere Lebensdauer besitzen, weil sie bei fast gleichem Eiweißgehalt mehr Zymase als Peptase enthält. Ihr zymatisches Vermögen ist natürlich ihrer ganzen Herkunft nach — sie liefert ja 30 bis 32 Proz. Alkohol — viel größer als bei der Lufthefe, bei der das peptatisch-glykogenetische mehr in den Vordergrund tritt, und zwar je mehr sie sich als „Wuchshefe" betätigen, sehr hohe Ausbeuten an Hefe und fast keinen Alkohol bilden muß. Daher kommt auch die heute noch bestehende Überlegenheit der Hefe alten Verfahrens über die Lufthefe, besonders bei schweren Gebäcken; auf den Angriff der Kohlenhydrate, des Stärkemehls in der Bäckerei versteht sich die Wiener Hefe etwas besser als die Lufthefe, der aber wieder der Umstand zugute kommt, daß sie den Eiweißgehalt des Backmehls besser zu lösen vermag und durch das ungewohnte eiweißarme, aber kohlenhydratreiche Medium einen Reiz empfängt, so daß die Gesamtleistung

der Lufthefe in der Triebkraft doch nicht weit hinter der der Wiener Hefe zurücksteht. Man erzielt auch heute, da sich die Bäckerei eben stets den Verhältnissen anzupassen versteht, mit der Lufthefe, wenn sie den Namen wirklich verdient und nicht besser als mit Kulturhefe verunreinigte Kahmhefe zu bezeichnen ist, tadellose Gebäcke, gewiß nicht zum wenigsten wegen ihres peptatischen Vermögens.

Interessant ist ja auch, daß die Wiener Hefe ein ausgezeichnetes Stellhefenmaterial für die Lufthefenfabrikation darstellt, umgekehrt aber Lufthefe nicht wieder aus der „Wuchshefe“ zur „Gärhefe“ wird, also im alten Verfahren nicht mit Erfolg verwendet werden kann. Bei dem hohen Alkohol- und Säuregehalt der Hefensätze muß die Lufthefe zum größten Teil — der Verfasser hat solche Versuche gemacht — zugrunde gehen. Obwohl die enzymatischen Vorgänge sich vielleicht eher wieder zurück- und umbilden würden, so ist es doch leicht erklärlich, daß es für die Wiener Hefe leichter ist, sich des Alkohols beim Übergang zur Lufthefe zu entwöhnen, als umgekehrt für die letztere, im alten Verfahren sich wieder an die 8 bis 10 Proz. Alkohol zu gewöhnen.

Die etwas alkoholabstinente Lufthefe bleibt fest, vielleicht mehr der Not gehorchend als dem eigenen Triebe.

5. Die Verarbeitung besonderer Rohstoffe in der Lufthefenfabrikation und besondere Verfahren.

a) Die Verarbeitung von Kartoffeln.

Während man eine Zeitlang große Hoffnung auf die Trockenkartoffel setzen konnte, insofern, als man in ihr den Maisersatz der Zukunft sah, so hat man sich doch mehr und mehr überzeugt, daß die Verarbeitung der Trockenkartoffel aus vielerlei Gründen für die Hefenbereitung zurzeit gegenüber der der Rohkartoffel stark in Hintergrund treten müsse. Die Flocken sind so teuer, daß sie gegen Mais durchschnittlich nicht in Frage kommen; die Schnitzel haben durchschnittlich so ungleiche Zusammensetzung und Qualität, daß sie eine gleichmäßige Verarbeitung auf Hefe unmöglich machen, zumal die Eiweißstoffe der Rohkartoffel durch den Trockenprozeß überhaupt ziemlich wertlos für die Hefe werden. Meist sind auch die Schnitzel so hoch im Preise, daß sie als Maisersatz kaum in Frage kommen, zumal auch ihre Verarbeitung auf Hefe keine so leichte wie bei Mais ist, der ein gutes Hülsenmaterial abgibt. Auch werden Schnitzel nur zum teilweisen Ersatz für Mais herangezogen, wenn sie nicht hornig, sondern nieder getrocknet und deshalb gut löslich geblieben sind. Man ist deshalb wieder in den Fabriken, die so günstig liegen, daß sich die Kartoffelarbeit überhaupt lohnt, auf die Rohkartoffel zurückgegangen, zumal die heutigen Verdünnungen der Würzen die Gewinnung des ganzen Fruchtwassers, der Nährsalze, ermöglicht. Die Hauptsorge ist das Überwintern der Rohkartoffel, so daß man von November bis Mai etwa gute Kartoffeln ohne zu große Keimungsverluste zu verarbeiten hat. Für das Einmieten und die Lagerung in besonderen Kellerräumlichkeiten gilt der Grundsatz, daß, wenn die Temperatur in den Kartoffelhaufen sich zwischen 6 bis 10° bewegt, sich Atmung und Zuckerbildung das Gleichgewicht halten, die Verluste also minimal sind. Relativ verändern sich die Kartoffeln bei guter

Lagerung überhaupt fast nicht; die absoluten Verluste treffen größtenteils den Wassergehalt und sind am größten bei den Kartoffeln, die zur Zuckerbildung neigen. Bei richtig gelagerten Kartoffeln beträgt der Stärkeverlust auf 100 kg Kartoffeln in 2, 4 bis 6 Monaten etwa 0,2 bis 0,8 bis 1,2 Proz. maximal. Sind auch diese unvermeidlichen Verluste wert, von der kommenden Entwickelung der Kartoffeltrocknung gewonnen zu werden, die gewiß auch mit der Zeit dem Hefenfabrikanten ein billigeres, gleichmäßigeres und besseres Material zur Verfügung stellen wird, so sind diese Verluste doch unbedeutend für die Betriebe, die günstig liegen und entweder die Kartoffeln selbst billig bauen oder kaufen und gut einmieten können. Speziell im Norden sind Kartoffelpreise, die die Kartoffel unrentabel gegen Mais machen, eigentlich so gut wie ausgeschlossen. Die Kartoffel wird, selbst wenn man 4 Teile gleich 1 Teil Mais rechnet, dort stets billiges Stärkematerial sein. Dieses Verhältnis wäre ja aber nur bei sehr stärkearmen Kartoffeln nötig. Man kommt, um gleiche Konzentrationen zu erhalten, meist sehr gut aus, wenn man das Verhältnis 3,5 : 1 Teil Mais nimmt, wobei ein Durchschnittsstärkegehalt von etwa 17 bis 18 Proz. für die Brennkartoffel zugrunde gelegt ist.

Außerdem ist zu beachten, daß die Kartoffel wenig wertlose Extraktivstoffe enthält, also mit ihrem Trockensubstanzgehalt fast ganz der Hefe dienen kann.

An Kartoffeln werden nun meist etwa 60 Proz. der Einmaischung genommen, dazu 15 Proz. Malzkeime und 25 Proz. Gerste als Grünmalz. Besser ist es, etwa 55 Proz. Rohkartoffeln mit 15 Proz. Keimen und 30 Proz. Gerste als Grünmalz zu verarbeiten, da hier das Grünmalz nicht als Diastaselieferant allein zu betrachten ist, sondern auch als dasjenige Rohmaterial, das peptatische Arbeit leisten kann. Eine Voraussetzung für die Kartoffelverarbeitung ist ein Läuterbottich mit mindestens 1 qm Läuterfläche pro 100 kg Einmaischung, wobei die eingemaischten Kartoffeln einfach auf Mais umgerechnet werden. Um eine Maische von 11 bis 11,5° Balling zu erhalten, wie sie aus 3000 kg Maischmaterial ohne Kartoffeln erzielt wird, kämen etwa 750 kg Keime, 1250 kg Gerste als Grünmalz und 3000 kg Kartoffeln in Betracht. Diese nehmen als Rohfrucht den Raum von etwa 4000 Litern ein, beanspruchen aber im gedämpften Zustande nicht viel mehr Kochraum als Mais, für den ja die Dämpfer doch reichlich bemessen sein sollen. Die 3000 kg Kartoffeln werden nun sauber gewaschen und gereinigt in den Henzedämpfer gebracht und darin wie für die Brennerei gar gedämpft, indem man das ablaufende Fruchtwasser dem Maischwasser zufügt. Für die Hefenerzeugung aber dämpft man die Kartoffeln allein richtig so, daß das Fruchtwasser im Dämpfer bleibt. Man gibt zuerst etwas Dampf von oben, bis der Dämpfer ganz durchwärmt ist. Bis dahin ist nur etwas kaltes Kondenswasser unten zum Fruchtwasserhahn abgelaufen und hat vielleicht etwas Schmutzteilchen der Kartoffeln noch abgeschlämmt. Nun wird der Dampf von oben abgeschlossen und von unten eingeführt. Bei ganz geöffnetem Abblaseventil dämpft man 1 Stunde ohne Druck, wobei die noch im Dämpfer eventuell befindliche Luft gut entweichen kann. Danach schließt man das Abblaseventil langsam und rückt, wenn das Manometer 1 Atm. anzeigt, das Rührwerk ein, was für diese Art der Kartoffeldämpfung für die Hefenerzeugung unentbehrlich ist. Alsdann schließt man das Abblaseventil, geht etwa in $^1/_2$ Stunde auf $2^1/_2$ Atm., läßt $^1/_4$ bis $^1/_2$ Stunde bei diesem Druck stehen, schließt dann den Kochdampf und gibt von oben

Dampf auf die Dämpfmasse, bis etwa 4 Atm. erreicht sind, und hat nun die Kartoffeln druckfertig im Dämpfer. Wo der Inhalt des Dämpfers diese Arbeitsweise gestattet, sollte sie unbedingt durchgeführt werden, denn — es sei hier auf die ausführlicheren Darlegungen weiter oben unter „Die Praxis der Dämpfung von Kartoffeln“ hingewiesen — das erhaltene Fruchtwasser erweist sich im Dämpfer für die Aufschließung der Kartoffeln als sehr wirkungsvoll und später in der Würze als wertvoll für die Hefe. Nicht nur die Aufschließung der Kartoffel vollzieht sich so viel besser, sondern auch die Lösung der Pektinstoffe, die so leicht den Läuterprozeß beeinträchtigen, erfolgt in günstiger Weise.

In den Vormaischbottich sind unterdessen 9000 Liter Wasser, 1 Liter Schwefelsäure, die 750 kg Keime und etwa das Grünmalz aus 100 kg Gerste gebracht worden, die, gut untereinander gemischt, einige Zeit stehen bleiben. Nun wird das Rührwerk und der Exhaustor des Dunstabzugs in Tätigkeit gesetzt und die unter 4 Atm. Ausblasedruck bereitstehende Kartoffeldämpfmasse langsam eingedrückt. Gedämpft darf die Kartoffel nur bei maximal 2,5 Atm. = 140° werden; der Druck von 4 Atm., der zum Ausblasen der Kartoffel auf die gedämpfte Masse gegeben wird, ist nötig, um durch seine Gewalt die aus dem Dämpfer austretende Masse möglichst fein zu verteilen; er äußert sich auch nicht als eine Temperaturerhöhung der Masse und könnte durch Luft von gleicher Spannung ersetzt werden. Um nach dem Ausblasen der Kartoffel im Vormaischer eine Temperatur von $52^1/_2^0$ zu haben, ist zum Schluß des Ausblasens der Kühler des Vormaischers noch zu Hilfe zu nehmen, da die Exhaustorwirkung allein nicht genügt. Man kann mit ziemlicher Genauigkeit die Ausblasearbeit so einrichten und führen, daß am Schluß derselben die Maische die Temperatur von $52^1/_2^0$ etwa hat, andernfalls ist sie durch Kühlen nachzuholen. Nun kommt der Rest des Grünmalzes in die Masse, worauf auf $52^1/_2^0$ aufgewärmt, $^1/_2$ Stunde peptonisiert, bei $62^1/_2^0$ 1 Stunde und dann bei $63^3/_4^0$ weiter verzuckert wird. Auch hier gilt das über die Dauer der Verzuckerung weiter oben Gesagte. Wenn nach 2 Stunden sehr gute Verzuckerung laut Jodreaktion vorhanden ist, so läßt man doch noch 1 bis 2 Stunden stehen. Die Säurung spielt nun bei den Kartoffelmaischen eine nicht unwichtigere Rolle als bei den Getreidemaischen. Um die Eiweißstoffe assimilierbar für die Hefe herauszuholen, bedarf es zur Ergänzung der peptatischen Arbeit der Maischung und der Verzuckerung noch einer sehr durchgreifenden Säurung, die, wenn eine gute Läuterung und gute Hefe erzielt werden soll, etwas über das gewohnte Maß hinausgehen muß. Es scheint, als ob der Gehalt der Kartoffel an den Proteïnen, die wir Pektinstoffe nennen, die Ursache ist, warum die größere Säuremenge erzeugt werden muß, die sich als sehr günstig erweist. Das wäre ein Beweis mehr für die peptatische Arbeit der Milchsäurebazillen bei der Erzeugung der Milchsäure. Man säuert nun, was bei den geringen Malz- und großen Malzkeimgaben dringend geboten ist, mit Aussaat so, daß bei der ersten Maische nach der 3 bis 4 stündigen Verzuckerung beim Abkühlen auf die Säurungstemperatur bei etwa 60 bis 61° die Milchsäurereinkultur und bei den folgenden Maischen etwa 3 Liter gesäuerter Maische, die wie üblich vor dem Sterilisieren entnommen ist, zugegeben und das Ganze auf $58^3/_4$ bis 58° zur Säurung abgekühlt wird. Diese vollzieht sich, wie weiter oben beschrieben. Nach 15 Stunden soll die Maische auf 100 ccm etwa 7 bis 8° Säure haben. Wird der gewünschte Säuregrad in

15 Stunden bei einer Anfangstemperatur von 58 bis $58^3/_4{}^0$ nicht erzielt, dann ermäßige man nicht die Anfangssäurungstemperatur, sondern gebe statt 3 Liter etwa 5 Liter gesäuerter Maische nach der Verzuckerung als Aussaat beim Abkühlen zu. Eine Mindestmenge von 7° Säure in 100 ccm sollte in Kartoffelmaischen gezogen werden, um alle verfügbaren Stoffe der Kartoffel auszunutzen. Die Schwefelsäuregabe im Gärbottich wird man bei Ziehung von 45000 Litern Würze aus obiger Schüttung mit Kartoffeln belassen. Die Sterilisierung und Läuterung und die Gärführung vollziehen sich wie üblich und weiter oben beschrieben. Besonderen Wert muß man beim Läutern der Kartoffelmaischen dem Auflockern nach jedem Wasser beimessen, da das Läutern selbst bei bester Arbeit nicht so gut wie sonst ohne Kartoffelzumaischung geht. Denn die Kartoffelschalen kommen, zerrissen, wie sie durch das Ausblasen sind, als Filtermaterial nicht in Betracht, zumal bei der Kartoffel das Verhältnis von Schale zu Inhalt ja ohnehin für die Läuterung ungünstig ist. Daher kommt auch die Notwendigkeit der großen Malzkeimengaben und die Forderung von besonders großen Läuterflächen.

Werden Mais und Kartoffel zusammen verarbeitet, dann kann man sie, wo die Dämpfer dazu vorhanden sind, getrennt dämpfen und die Kartoffeln auf den zuerst ausgeblasenen Mais in die Maische drücken. Andernfalls wird man beide zu gleicher Zeit in einem Dämpfer mit Rührwerk gardämpfen (s. w. o. unter „Praxis der Dämpfung von Mais und Kartoffeln"). Statt Malzkeime werden teilweise Haferschalen verwendet, die natürlich bloß Lockerungsmittel sind und zu 30 Proz. vor der aus meist 70 Proz. Kartoffel und 30 Proz. Gerste als Grünmalz bestehenden Maische in den Läuterbottich kommen und darin mit heißem Wasser ausgelaugt werden, ehe die gesäuerte Maische aus Kartoffel und Gerstengrünmalz hinzukommt. Ein Zusatz von Malzkeimen ist aber doch geradezu unentbehrlich, wenn man der Säurung genügend Eiweiß und damit später der Hefe den gewünschten Nährboden bieten will. Man sollte stets noch Malzkeime zumaischen, wenn auch zur Erleichterung der Läuterung noch Haferschalen im Läuterbottich zugesetzt werden. Grundbedingungen für eine günstige Verarbeitung von Kartoffeln sind demnach: eine richtige Dämpfung der Rohfrucht bis zu einem Höchstdruck von $2^1/_2$ Atm., eine sehr gute Verzuckerung und besonders eine höhere Säurung bis zu 7 und 8° pro 100 ccm der gesäuerten Maische. Auf diese Weise wird vermieden, daß die Hefe sich schlecht preßt, leicht grau wird und wenig haltbar ist. Die Hauptwirkung hierbei übt die einschneidende Säurung der Maische aus, so daß der Endsäuregrad von minimal 7° so ziemlich der ganzen Maischmasse entstammt, was ja überhaupt das Ideal jeder Säurung ist und durch öfteres Durchrühren erreicht werden kann.

b) Die Verarbeitung von Melasse.

Bei dieser Fabrikation spielen viele Faktoren mit, wenn gute Hefe gewonnen werden soll. Einmal muß die Melasse so vorbereitet, verdünnt, angesäuert, gekocht und geklärt werden, daß sie für die Hefe vergärbar ist; dann aber wird eine sehr bedeutende Milchsäurebildung benötigt, die in solch salzreichen, eiweißarmen Maischen nicht so leicht ist. Die weitere Verarbeitung ist ja sonst einfach, weil die Verzuckerung wegfällt. Nachstehend seien nun zwei Verfahren mit Milchsäurung angegeben.

α_1) Man bereitet die Gesamtmaische aus 2100 kg Melasse, 705 kg Keimen und einem Ansatz von 195 kg. Dieser ist nötig, um in der für die Milchsäurebazillen ungewohnten Nährflüssigkeit die gewünschte und sehr nötige Milchsäuremenge hervorzurufen, die auch bedeutend größer sein muß als bei den Kartoffel- und Getreidemaischen. Den milchsauren Ansatz bereitet man aus je 30 kg Darrmalz- und Roggenschrot und 135 kg Wasser, wie es weiter oben unter dem Kapitel der Kunsthefenherstellung beschrieben ist. Die Säurung wird das erste Mal mit Milchsäurereinkultur eingeleitet und während 24 Stunden so geführt, daß ein Säuregrad von 15 bis 18° pro 100 ccm vorhanden ist; für diese kleinen Sätze empfiehlt sich die Anlage einer Säurungskammer, in der z. B. eine Temperatur von 50° gehalten werden kann. Die Satzmaische gibt dann auch, da sie etwas dünner als im alten Verfahren üblich genommen, aber doch mit $63^1/_2{}^0$ abgemaischt wird, mit etwa 1 Liter Reinkultur versetzt in 24 Stunden den gewünschten Säuregrad von 15 bis 18°. Für Fabriken, die auf eine gute Qualität der Hefe Wert legen und besonders im Sommer mit Melasse arbeiten wollen, ist die Arbeit mit Sätzen unbedingt zu empfehlen. Sind die Milchsäurebildner, was aus dem Verlauf der Säurung in der Hauptmaische ersichtlich ist, an die salzhaltige Melassemaische gewöhnt, dann kann ja täglich von der gesäuerten Hauptmaische ein Quantum von 195 kg weggenommen und in die neue Maische zugesetzt werden. Die 2100 kg Melasse werden unterdessen auf 30° Balling verdünnt (etwa 2 Tle. Melasse und 3 Tle. Wasser = 3150 kg etwa in diesem Falle), mit dem Körtinggebläse im Mischgefäß unter Erwärmen gut gemischt und mit Schwefelsäure angesäuert, so daß ein Säuregrad von 1,5 pro 100 ccm Mischung vorhanden ist. Die Schwefelsäuremenge ist in einem Versuch vorher genau im voraus zu bestimmen. Die angesäuerte Melasselösung wird zum Sieden erhitzt und je nach Bedürfnis länger oder kürzer im Kochen erhalten, bis eine Probe beim Erkalten sich klärt. Dann läßt man die Melassemischung 12 Stunden stehen und zieht die klare Flüssigkeit so sauber wie möglich in den Vormaischbottich ab, in dem sich bereits 2000 kg Wasser befinden, und mischt mit dem Rührwerk gut durch; die Melasseverdünnung wird etwa 22 bis 23° Balling anzeigen.

Man kühlt nun auf 60° ab, wenn nicht die gekochte Melasseverdünnung während ihres 12stündigen Stehens sich so weit abgekühlt hat, daß mit der Wassergabe im Vormaischer gerade etwa 60° erreicht werden, gibt die 705 kg Malzkeime zu und maischt sie gut in die saure Melasselösung etwa $^1/_4$ Stunde lang ein. Dann fügt man die 195 kg des milchsauren Ansatzes zu, der in 24 Stunden mindestens 15 bis 18° Säure pro 100 ccm erzielt hat, und stellt mit $58^3/_4{}^0$ zur Säurung ab. Viele ziehen es vor, auf 55° abzukühlen, unter öfterem Umrühren einige Stunden so niedrig zu säuern und dann nach etwa 4 bis 6 Stunden oder auch, je nachdem die Säurung einsetzt, nach 8 Stunden auf 58 bis $58^3/_4{}^0$ aufzukochen und von dieser Temperatur an in langsamer Abkühlung weiter säuern zu lassen. Ebenso gut, wenn nicht vorteilhafter kann man nach dem Einteigen der Keime und der Zugabe der sauren Melasselösung und des Satzes bei 60° mit dieser Temperatur oder mit $58^3/_4{}^0$ unter öfterem Umrühren die Säurung beginnen lassen. Die Säurung verläuft bedeutend schwerer als sonst, weil die großen Mengen ungewohnter Körper in der Melasse auf die Milchsäurebazillen etwas hemmend einwirken. Hat man einmal die Säurung der Hauptmaische richtig im Gange, dann kann man statt des besonders geführten Hefensatzes auch der weit genug gesäuerten

Hauptmaische eine Menge von 100 bis 200 Litern entnehmen und der nächsten Melasse-Malzkeimenmaische als Aussat zugeben.

Die Säurung dauert etwa 24 Stunden; während dieser Zeit wird öfter durchgerührt. Zum Schluß ist ein Säuregrad von 8 bis 10° pro 100 ccm der Maische erwünscht. Der nötige Säuregrad richtet sich nach der Zusammensetzung der Melasse und dem Befunde der Gärung; so sicher man wegen der Qualität der zu erhaltenden Hefe bei reichlicher Säurung sein kann, so sehr mindert sich dabei unter Umständen die Ausbeute. Ist nach 24 Stunden der Säuregrad von 8 bis 10° pro 100 ccm erreicht, so wird zur Sterilisierung bis auf 75° erhitzt und die Maische in den Läuterbottich übergeführt, der etwas heißes Wasser bis über den Läuterboden enthalten muß. Die Läuterung vollzieht sich in der gewöhnlichen Weise. Die Anstelltemperatur nimmt man ebenfalls ganz wie sonst üblich, kann aber auch die Stammwürze mit $22^1/_2{}^0$ läutern, bis zum Ende des Läuterns auf etwa $26^1/_2{}^0$ gehen und dann, wie üblich, auf 30° kommen lassen und dort halten. Die Stellhefengabe wird bei den Melassemaischen nicht so hoch bemessen und meist zu 3 bis 4 Proz. der Einmaischung (für unser Beispiel = 90 kg) genommen und der Stammwürze wie üblich zugegeben. Nicht jede Hefe eignet sich für die Melassearbeit; am besten geht man von einer Hefe alten Verfahrens aus, die sich langsam in einigen Tagen angewöhnt. Die Schwefelsäuregaben finden in der üblichen Weise und in den gewohnten Mengen statt. Da die Melassehefengärungen gerne Flockenneigung zeigen, so erfordert die Melasseverarbeitung große Sorgfalt. Die Verdünnung wählt man so, daß auf 100 kg Maischmaterial etwa 1500 Liter Endwürze kommen, also in unserem Falle etwa 43000 bis 45000 Liter Endwürze vorhanden sind. Diese soll auf 100 ccm einen Säuregrad von 3,0 bis 3,5° haben, der mit Schwefelsäuregaben im Gärbottich in üblicher Weise zu erreichen ist.

Unter dem früher gebräuchlichen Verhältnis Endwürze zu Einmaischung wie 10 : 1, also bei 30000 Litern Würze aus 3000 kg Rohmaterial erhielt man nur 19 bis 20 Proz. Hefe neben etwa 18 Proz. Alkohol. Bei den heute üblichen Verdünnungen aber werden natürlich auch die höheren Ausbeuten an Hefe gewonnen, zumal bei den modernen Arbeitsweisen der Salzgehalt der Melasse eine sehr günstige Verdünnung erfährt. Mit der Erhöhung der Hefenausbeute sinkt aber auch wie sonst in diesem Falle die Menge des gewonnenen Alkohols.

α_2) Zu 1000 kg Melasse fügt man 1000 Liter Wasser und die vorher bestimmte Menge Schwefelsäure zur Ansäurung auf 1,5° pro 100 ccm. Sobald mit dem Körtingschen Gebläse die schwefelsaure Melasselösung zum Sieden gebracht ist, gibt man weitere 1000 Liter Wasser zu und kocht das Ganze etwa 2 bis 3 Stunden, bezw. so lange, als es die betreffende Melasse zur Überführung ihres Zuckergehaltes in Dextrose verlangt. Diese wichtige Probe ist vorher mit jeder Melasse zu machen, da sonst leicht unvergärbare Anteile nicht invertierten Zuckers noch vorhanden sind. Nun läßt man 10 bis 12 Stunden zur Klärung stehen. Die Melasselösung hat ungefähr 25° Balling und 1,5° Säure pro 100 ccm. Unterdessen bringt man in den Vormaischer wieder 1000 Liter Wasser, in welches nun die geklärte, verdünnte Melasse soweit als möglich abgezogen wird. Da ein Teil der Melasse beim Abziehen nicht gewonnen werden kann, so ist der im Schlamm verbleibende Rest vorher durch eine entsprechende Mehrmenge von Melasse gutzubringen. Wo mehrere Bottiche täglich bemaischt werden, verdünnt, kocht und säuert man die Melasse stets

für alle Maischen auf einmal an, so daß die auf jeden Vormaischer treffende Menge Verdünnung einfach abgezogen werden kann. Der Melasseschlamm wird in besonderen Gefäßen gesammelt und auf Spiritus verarbeitet.

Ist die klare Melasselösung vom Schlamm abgezogen und in die 1000 Liter Wasser im Vormaischbottich geleitet, dann ist das Ganze durch Rühren gut zu mischen und auf 60° zu bringen, was meist nur wenig Abkühlung erfordert. Nun werden 450 kg Malzkeime in die Lösung tüchtig, mindestens $^1/_4$ Stunde lang eingeteigt, worauf die Milchsäureaussaat zugegeben und die Maische je nach Bedarf abgekühlt wird. Man wird wieder mit Vorteil eine kleine Satzmaische, wie im vorigen Verfahren beschrieben, als Aussaat benutzen. Diese muß für die 1000 kg Melasse, die wie oben beschrieben verdünnt, mit Malzkeimen versetzt und behandelt sind, 90 kg betragen, aus je 15 kg Darrmalz- und Roggenschrot mit 60 Liter Wasser hergestellt sein und, nach ihrer Impfung mit Milchsäure, während 24 Stunden bei 55° in der Kammer oder sonst in einem warmen Raum, der ihre Abkühlung unter 55° verhindert, gesäuert haben. Oder aber es sind entsprechende Mengen bereits gesäuerter Maische vorhanden, die als Aussaat den Vorteil haben, daß die in ihr enthaltenen Milchsäurebakterien sich an den Salzgehalt der Melasse bereits gewöhnt haben. Man gibt also entweder bei 60° die Aussaat zu und kühlt auf $58^3/_4{}^0$ ab, um von dieser Temperatur an in langsamer Abkühlung und öfterem Umrühren 24 Stunden säuern zu lassen, oder man kühlt — was umständlicher ist und keinen Vorteil bringt — auf 55° nach Zusatz der Aussaat ab, säuert bei dieser Temperatur etliche Stunden und wärmt dann auf $58^3/_4{}^0$ auf, um von da ab die Säurung langsam vor sich gehen zu lassen. Je mehr Säure man zieht, desto besser und lichter wird die Hefe, aber nicht ohne die Ausbeute etwas zu drücken. Die gesäuerte Maische soll 20° Balling und 8 bis 10° Säure haben.

Während der Säurungszeit ist öfteres Umrühren sehr am Platze.

Ist die Säurung zu Ende, so sterilisiert man, nachdem vorher zur Aussaat die 1000 kg Melasse entsprechende Menge von 90 Litern gesäuerter Maische entnommen ist, durch Aufkochen auf 75° und läutert. In den Läuterbottich ist vor Einbringung der sterilisierten Maische heißes Wasser zu geben. Außerdem beginnt man mit dem Läutern erst, wenn die Treber sich etwa $^1/_2$ Stunde lang in Ruhe abgesetzt haben. Als Anstelltemperatur wird $22^1/_2{}^0$ genommen und die Würze mit 3 bis 4 Proz. = 45 bis 60 kg Stellhefe angestellt. Die Gärung läßt man langsam auf 30° gehen, bei welcher Temperatur sie durch Kühlung gehalten wird. Selbstverständlich sind angemessene Schwefelsäuregaben im Gärbottich noch nötig, da sonst leicht Flockung der Hefe eintritt. Am Ende des Läuterns soll die Würzemenge aus den 1000 kg Melasse, 450 kg Malzkeime und dem kleinen Hefensatz etwa 20 000 bis 22 000 Liter betragen; der Saccharometergrad der Endwürze betrage 3,5 bis 4° Balling und der Säuregrad zwischen 3 und 4°, je nach der Stellhefe und deren Generationszahl. Es müssen also die Schwefelsäuregaben entsprechend erhöht werden, so daß jeweils eine Hefe von staubiger Beschaffenheit erhalten wird, was von der Säurung, deren Stärke und von der Melasse selbst abhängt. Die Melasseverarbeitung auf Hefe beansprucht größere Säuregrade und Schwefelsäuregaben als die bei anderen Rohstoffen üblichen, wenn eine einwandfreie Hefe erzielt werden soll. Je nach dem Salzgehalt der Melasse schwankt die Vergärung zwischen 2 bis 2,5° Balling. Die vergorene Würze mit der aus-

gereiften Hefe wird nun auf die Zentrifugen gebracht. Die separierte Hefe muß meistens ein- bis zweimal und nach Bedarf, je nach der Beschaffenheit der Würze bzw. der Ausgangsmelasse, dreimal mit reinem Wasser gewaschen und ev. nochmals separiert werden. Diese Waschung wird zweckmäßigerweise so vollzogen, daß man die dazu nötige Menge Wassers benutzt, um die einmal separierte Hefe wieder dem Vorsiebkasten bzw. den Separatoren zuzuführen. Dies geschieht in der Weise, daß in die Leitung, die die flüssige Hefe noch einmal den Zentrifugen zuführen soll, ein Wasserstrahlinjektor eingesetzt wird. Dieser saugt die separierte Hefe entweder aus dem Sammelbehälter an oder sie läuft ihm direkt aus dem Sammelkanal von den Zentrifugen zu. So wird die einmal separierte Hefe durch den Druck des Wassers, das zu ihrer Waschung dienen soll, gleichzeitig wieder den Separatoren zugeführt. Dies wiederholt man so oft, bis die Saccharometeranzeige des Waschwassers, in dem die Hefe zum Pressen kommt, von den 2,5° Balling der Endvergärung auf 1,0 bis 1,5° Balling erniedrigt ist. Für die Haltbarkeit der Melassehefe ist Waschen sehr wichtig, weil es die Hefe von der stark salzhaltigen vergorenen Melassewürze befreit und dadurch ermöglicht, die Melassehefe richtig trocken zu pressen, was für ihre Haltbarkeit erst recht ausschlaggebend ist. Bei obiger Verdünnung werden 25 Proz. Hefe und 18 Proz. Alkohol gewonnen. Doch kann man bei stärkerer Verdünnung der Würze, so daß die Endwürze 2 bis 3° Balling hat, und bei Verwendung von 5 bis 6 Proz. Stellhefe auch 30 bis 35 Proz. Hefe und 15 bis 16 Proz. Alkohol ziehen. Nur müssen die Schwefelsäuregaben dann entsprechend erhöht werden, damit auch bei der Verdünnung der nötige Säuregrad vorhanden ist. Die Verarbeitung von Melasse auf Hefe ist keine leichte Sache und erfordert die genaue Kenntnis ihrer Zusammensetzung bzw. der nach der Inversion mit Säure vorhandenen gärfähigen Substanz, was mit einer der früher angegebenen Gärproben im Kleinen festzustellen ist. So sind die richtige Vorbehandlung der Melasse und die energische Säurung der Maische die zwei Grundpfeiler, auf denen die Hefenbereitung aus Melasse beruht, wie auch das Waschen der separierten Hefe sehr wichtig für die Haltbarkeit der Melassehefe ist. Mit den deutschen Melassen ist in dieser Hinsicht wenig für die Hefenbereitung zu erhoffen, weshalb wir auch Melassehefe viel im Auslande mit seinen besseren Melassen antreffen. Auch das Ausreifen der Hefe nach erfolgter Vergärung darf nicht versäumt werden.

β) Das nachfolgende Verfahren arbeitet ohne Milchsäurebildung und ist das sogenannte Marbachsche Verfahren.

Die Einmaischung besteht aus 700 kg Melasse und 300 kg Malzkeime.

Die Melasse wird auf 30° Balling verdünnt, wie üblich angesäuert und aufgekocht. Nach 12 Stunden wird die klare Melasse in einen zweiten Behälter abgezogen, dort mit 0,2 Proz. schwefliger Säure und 1 Proz. Zinkstaub versetzt, wieder erhitzt und mit Kalkmilch neutralisiert. Nach 2 oder mehr Stunden wird dekantiert. Die Melasselösung ist nunmehr glanzhell, gebleicht und steril. Die 700 kg Melasse, die mit etwa 1100 Litern Wasser auf 30° Balling verdünnt, angesäuert und wie eben beschrieben, weiter behandelt sind, kommen in dem Vormaischbottich mit weiteren 1000 Litern Wasser zusammen. Nachdem das Ganze gut gemischt ist, erfolgt bei etwa 60° der Zusatz der 300 kg Keime und eine vorher in einem Versuch bestimmte Gabe von Salzsäure, die in der Maische einen Säuregehalt von 0,4 Proz. (= 11 ccm n-Natronlauge pro 100 ccm) hervorbringt. Das Läutern kann sofort beginnen, nachdem die

genügende Treberschicht sich gebildet hat. Für dieses Verfahren ohne Milchsäurung verwendet man vielfach statt eines Vormaischers einen Läuterbottich, der ein einfaches Gitterrührwerk enthält, das genügt, die Malzkeime in der Melasselösung einzuteigen.

Die Läuterung und Gärung vollziehen sich wie üblich. Die Anstelltemperatur wird mit $22^1/_2{}^0$ gewählt, an Stellhefe werden 4 bis 6 Proz. genommen, je nach dem Verdünnungsgrad, mit dem gearbeitet wird; nach diesem haben sich auch allenfallsige, weitere Salzsäuregaben zu richten, damit die fertig geläuterte Würze bei 2,5 bis 3^0 Balling etwa 3 bis $3{,}5^0$ Säure hat. Die obige Ansäurung der Stammwürze mit 0,4 Proz. Salzsäure entspricht rund 11 ccm Natronlauge oder 11^0 Säure in 100 ccm. Die Ausbeuten unter den älteren Konzentrationen waren 18 bis 19 Proz. Hefe und 15 bis 17 Liter Alkohol, die aber natürlich bei den modernen Verdünnungen mit mehr Stellhefe und der starken Lüftung (auf 100 kg Einmaischung minimal 50 cbm Luft pro Stunde) auf 30 bis 35 Proz. Hefe bei 13 bis 15 Proz. Alkohol gebracht werden. Natürlich gilt die Lüftung mit mindestens 50 cbm pro Stunde und 100 kg Maischung auch für die beiden anderen Melasseverfahren, wie überhaupt, wenn mit stärker verdünnten Würzen auf hohe Hefenausbeute hingearbeitet wird. Auch das Ausreifen bei ermäßigter Temperatur ist nicht zu vergessen.

Die Hefe des Marbachschen Verfahrens muß, wenn separiert, nochmals gewaschen werden, damit sie möglichst von der sauren und salzhaltigen Würze befreit wird und trocken gepreßt werden kann. So sinnreich bei diesem Verfahren die Behandlung der Melasse ausgedacht und durchgeführt ist, so wenig konnte es die üblichen Milchsäureverfahren verdrängen, die auch hier ihren Platz behaupten.

c) Einige besondere Arbeitsweisen der Lufthefenfabrikation.

Das Braasch-Verfahren, wie es mit verschiedenen Ergänzungen zum Patent angemeldet und endlich durch Patentabweisung ruhmlos zu Grabe getragen wurde, ist aus der veröffentlichten Patentschrift zu bekannt, als daß man besonders darauf eingehen könnte; es arbeitet ja heute wohl niemand mehr danach, nachdem das kostspielige 33stündige „Kaltgärverfahren" durch das 10- bis 12stündige „Warmgärverfahren" so vorteilhaft ersetzt wurde.

Das Kennzeichen des Braaschschen Verfahrens war: kalte Gärung bei starker Lüftung mit viel Hefe. Die Hefe wurde langsam an die neue Arbeit gewöhnt, und wenn sie ihre Arbeit am besten zu können anfing, war es nötig, eine Warmgärung einzuschalten und mit der daraus gewonnenen Hefe wieder langsam kalt und kälter zu gären: ein Kreislauf, der viel Arbeit, noch mehr Kosten und im Durchschnitt nicht viel erhöhte Ausbeute an sehr triebkraftarmer Hefe brachte. Zum Schluß verdünnte Braasch die gärende Würze mit 20 Proz. Wasser, um, wie er sagte, der Hefe Mineralsubstanzen zuzuführen, in Wirklichkeit aber, um eine Verdünnung der Würze herbeizuführen, die sich als gut erwiesen hatte. Die für die Bäckerei vorausgesagte Idealhefe dieses Verfahrens blieb auch aus. Braasch verwendete Stammwürzen von 13 bis 15^0 Balling, so daß der Zweck des späteren, besser gesagt, zu späten, Wasserzusatzes klar auf der Hand liegt. Zur Ausreifung verlangte er die merkwürdige Temperatursteigerung auf 25 bis 30^0!

Die Mängel stellten sich ja bald heraus, so daß da und dort abgeänderte, ähnliche Verfahren im Betrieb waren. Gelernt hatte dabei das Gewerbe aber

die bedeutende Wirkung der Verdünnung und erhöhten Lüftung der Würze auf die Hefenbildung und die dadurch bedingte große Stellhefengabe.

So war und ist noch folgendes abgeändertes Verfahren in einigen Fabriken im Gebrauch:

1. 4 kg Anstellhefe werden in 2000 Litern Stammwürze bei 21° Anstelltemperatur in 24 Stunden ohne Lüftung vergoren, wobei etwa 75 kg Hefe gewonnen werden.
2. Mit diesen 75 kg Hefe wird in einem Gärbottich mit 35000 bis 40000 Litern Inhalt die Gesamtwürze aus 3000 kg Maischung bei 21° Anstelltemperatur vergoren, die unter schwacher Lüftung auf 30° ansteigt. Die erzielten 750 kg Hefe stellen die erste Generation dar.
3. Davon werden 75 kg wieder in die Gesamtwürze von 3000 kg bei schwacher, aber etwas stärkerer Lüftung als bei der vorhergehenden Gärung gegeben. Die Anstelltemperatur ist die gleiche und die Vergärung vollzieht sich wie tags zuvor. Von der gewonnenen Hefe, der zweiten Generation, wird die Würze aus 3000 kg mit 275 kg Hefe bei 15° angestellt und 24 Stunden unter langsamer Erwärmung der Gärung gelüftet, die halbstündlich um $^1/_2{}^0$ zunehmen soll. Die Ausbeute beträgt jetzt 30 Proz. Hefe bei noch 18 bis 20 Proz. Alkohol. Von nun an wird diese Gärungsweise für die kommenden Tage beibehalten, wobei dann die Hefenausbeute steigt und die Spiritusausbeute fällt.

Eine andere Arbeitsweise ist folgende:

Ähnlich, wie bei vorstehender Arbeitsweise beschrieben, wird mit 2000 Litern Stammwürze und 12 kg Stellhefe eine Vorgärung vollzogen, indem man mit der Hefe ohne Lüftung bei 15° Anstelltemperatur 24 Stunden die Würze bis auf 2 bis 3° Balling vergären ließ.

Diese ganze vergorene Würze mit der Hefe wird nun anderen Tags in einem zweiten Bottich mit 5000 Litern einer Würze von 6° Balling zusammengebracht. Bei 24° Anstelltemperatur und 30° Endtemperatur läßt man bei schwacher Lüftung vergären und erhält 20 bis 25 Proz. guter Anstellhefe, die nur als separierte, flüssige Hefe dem Hauptbottich zugeleitet wird. Mit dieser Hefe stellt man $^1/_3$ der Würze im Hauptbottich bei 20 bis 21° unter schwacher Lüftung an. Sobald abgeläutert ist, wird stark gelüftet, so daß in 10 bis 12 Stunden die Hauptvergärung beendet ist. Jetzt läßt man die Hefe ohne Lüftung einige Stunden ausreifen und separiert sie ab. An Hefe erhält man 30 Proz. bei 18 bis 20 Proz. Alkohol.

Nach einem anderen Verfahren wird die Stellhefe bei 20° Anfangs- und 25° Endtemperatur bei schwacher Lüftung in der Stammwürze gezüchtet. Mit der gewonnenen Hefe stellt man nun in Menge von 10 Proz. der Einmaischung im Hauptgärbottich an, d. h. sobald 30 cm Stammwürze im Gärbottich sind, wird bei 25° die Stellhefe zugegeben und bei dieser Temperatur fertig geläutert. Die Temperatur steigert sich nun in 4 Stunden auf 27,5° und in weiteren 2 Stunden auf $28^1/_2{}^0$. Die Würze ist hierbei von 10° Balling auf 1° Balling vergoren und zeigt 1,75° Säure pro 100 ccm. Gelüftet wird mit 50 cbm pro 100 kg und Stunde. Nun werden der vergorenen Würze pro 100 kg Einmaischung 100 ccm Schwefelsäure und nach einer Stunde pro 100 kg noch einmal 50 ccm Schwefelsäure zugegeben. Die Würze hat nun noch 0,8° Balling und 2,5 bis 2,7° Säure. Die Gärung ist in 8 bis 10 Stunden

fertig, wonach man ohne Lüftung ausreifen läßt. In einzelnen Betrieben hat man 35 und mehr Proz. an Hefe auf diese Weise erhalten.

In anderen Betrieben bringt man pro 1000 kg Einmaischung zunächst 4000 Liter Wasser in den Gärbottich, läutert dann die Stammwürze hinein und stellt erst, wenn die Würze im Gärbottich 4 bis 4,5° Balling zeigt, bei 27,5° mit 6 Proz. Hefe an. Wenn die Angärung stark im Gange ist, wird auf 20° heruntergekühlt. Man läßt nun die Würze, solange das Läutern dauert und auch nach Beendigung desselben, ruhig sich erwärmen. Die Endwürze soll 2° Balling zeigen. Bei 14 Stunden Gärzeit und 30° Endtemperatur soll die Ausbeute 35 bis 40 Proz. Hefe bei 15 bis 18 Proz. Alkohol betragen.

Wenn der Verfasser diese paar Skizzen anderer Arbeitsweisen bringt, die ein Bild davon bringen sollen, wie verschieden und wie kunstvoll in den vielen Betrieben gearbeitet wird, so glaubt er weniger, damit dem Leser zu nützen, als ihm etwas zu bringen, was ihn interessiert. Und das was andere Betriebe tun, interessiert ja immer.

Lernen kann man aus den vielen sogenannten Verfahren nur, daß auch die Umständlichkeit manchmal zum Ziele führt, selbst über gefährliche Momente oft gerade noch hinwegstreifend, ohne Schaden zu bringen. Es steckt immer noch ein gut Teil Alchimisterei und Geheimnistuerei in unserem Gewerbe, wenn auch natürlich weniger als vor 80 bis 100 Jahren, da ein Autor nach dem andern erstand, um das „entdeckte Geheimnis“ an den Mann zu bringen. Manche Betriebe sind noch um den Beginn dieses Jahrhunderts herum die wenig beneidenswerten Besitzer eines ausländischen Verfahrens geworden, da die teueren Lizenzgebühren dieses Verfahrens, das aus einer fast reinen Maismaische viel Hefe und viel Spiritus bringen sollte, umsonst bezahlt wurden. Denn Reichtümer hat kein Betrieb sammeln können bei einem Verfahren, dessen Projekt schon fast Unausführbarkeit bedeutete und jeden Fachmann hätte stutzig machen müssen. Und wieviel einfacher könnte mancher Betrieb sich gestalten, wenn man weniger am Umständlichen und Geheimnisvollen haften bliebe und sich dafür mehr die Arbeiten der Forscher auf unserem Spezialgebiet und die Erfahrung bewährter Fachgenossen zu Nutzen machte, anstatt stolz auf sein „eigenes Verfahren“ sich der frischen Luft des Fortschrittes draußen zu verschließen. Gar manche sogenannten Riesenausbeuten verdanken ihr Dasein lieben Rechenfehlern oder besonderen Umständen, wie der Verwendung von unnötig wertvollem Einmaischmaterial, oder gar der Berechnung der Ausbeute auf die Trockensubstanz des eingemaischten Materials. Es ist noch nicht lange her, daß der Verfasser lernen konnte, bei der Ausbeuteberechnung sei die Stellhefe nicht abzuziehen, da sie ja bei der Gärung zugrunde gehe! Gar manche hohe Ausbeute kann ihre Berechnung dem Umstande verdanken, daß die Malzkeime wohl eingemaischt, aber nur als Lockerungsmaterial betrachtet und nicht berechnet werden.

Wenn der Verfasser also die paar Sonderverfahren erwähnte, so tat er es mehr, um zu zeigen, daß es heute noch so viel Verfahren wie Fabriken geben kann, und konnte es um so eher tun, als er in dem vorliegenden Werke des weiten und breiten alles Wissenswerte und der Sache Dienliche aus eigener technischer Erfahrung langer Jahre der Praxis bringen konnte.

6. Die Gewinnung der Hefe durch Pressung und ihr Versand.

Was hierüber beim alten Verfahren gesagt wurde, gilt auch hier. Zu bemerken ist noch, daß es sich empfiehlt, die vom Separator kommende, über den Kühler gelaufene Hefe sofort zu pressen, was ja auch überall geschieht, wo eine Nachtschicht eingeführt ist. Im übrigen wird die Pressung der Hefe, ihre Einstampfung in große Holzbottiche oder gleich in Versandbeutel vollzogen, wie es im alten Verfahren beschrieben ist. Nur ist darauf aufmerksam zu machen, daß die Lufthefe, wenn sie gesund ist, mehr Neigung zum Austrocknen hat und deshalb etwas stärkerer Anfeuchtung bedarf.

Ein Umstand ist noch zu erwähnen, der beim alten Verfahren so gut wie unbekannt ist. Die Lufthefe hat zeitweise die unangenehme Eigenschaft, sich nicht pfunden zu lassen. Sobald sie das Mundstück verläßt, reißt die Masse auf und macht es fast unmöglich, ein ordentliches Pfund Hefe abschneiden zu können.

Die mikroskopische Prüfung der betreffenden Hefe zeigt fast immer noch einzelne Sproßverbände, kleine längliche, unentwickelte Zellformen, kurz das Bild nicht ausgereifter Hefe. Hand in Hand damit geht eine sehr starke Glykogenreaktion der betreffenden Lufthefe, so daß wohl mit Recht angenommen werden kann, daß dieses schlechte Auspfunden dadurch verursacht wird, daß die Lufthefe das Eiweiß ungenügend vorbereitet vorfindet und nicht schnell und weit genug spalten kann, also durch eine Überanstrengung der Hefe und dieses Prozesses, der in dem großen Glykogengehalt sich wiederspiegelt. Große Glykogenmassen müssen in diesem Fall aufgeboten werden, um den Verbrennungsprozeß, die Atmung und Eiweißspaltung, der Hefe zu unterstützen. Das besonders reichliche Vorkommen von Glykogen in Lufthefe, die aus zuckerarmen, aber sehr eiweißreichen Würzen stammt, ist doch weiter ein Beweis dafür, daß das Glykogen bei der Spaltung von Eiweiß in eine Zuckergruppe und einen Eiweißrest durch die Hefe stark beteiligt ist. Das Glykogen hat vielleicht auch nur den Zucker aus der Eiweißspaltung noch weiter zu verarbeiten. Der Glykogengehalt der Hefe muß also dergestalt mit dem Eiweißzerfall zusammenhängen, daß er erstens die Spaltung unterstützt und zweitens den abgespaltenen Zucker weiter für die Zymase vorbereitet. So erklärt sich auch die Glykogenanreicherung in Hefen durch Verbringen in reine Zuckerlösungen. Das Glykogen wird auch hier den aufgenommenen Zucker erst in weiter veränderter Form der Zymase unterbreiten; wir wissen doch auch, daß die Maltose ebenfalls nicht direkt vergärbar ist, also vermutlich auf ähnlichem Wege durch Glykase und Glykogen weiter spaltungsfähig und diffusibel gemacht wird. So ist also das schlechte Auspfunden der Hefe, das mit einem dann besonders großen Glykogengehalt Hand in Hand geht, nur die Folge einer Störung des Eiweißzerfalles. Die Würzen, aus denen die schlecht sich pfundende Hefe stammt, schäumen meist bei der Gärung und beim Zentrifugieren besonders stark, wie dann auch die separierte, gekühlte Hefe lange schaumig bleibt. Die Würze enthält jedenfalls Proteïne, deren die Hefe nicht Herr werden konnte, weil sie zu wenig vorbereitet waren, oder weil ihr beim Ausreifen nicht Zeit genug dazu geboten war. Wenn man z. B. trocken gepreßte Hefe, die, mit Wasser zum Pfunden in gewohnter Weise angefeuchtet, sich schlecht auspfundet, eine Stunde stehen läßt, nachdem sie fest zusammen-

gedrückt ist, so geht das Pfunden bedeutend leichter. Das schlechte Auspfunden tritt auch meist nur bei frisch gepreßter Hefe so stark auf und läßt innerhalb 24 Stunden schon bedeutend nach, nachdem ein Teil des Glykogens veratmet ist. Wunderbar ist die Einwirkung von Hefe alten Verfahrens auf Lufthefe, die sich schlecht pfundet. Zusätze von 1 bis 2 Proz. lassen den Mißstand fast ganz verschwinden, und zwar sofort nach der Mischung der beiden Hefen. Da das Glykogen nicht aus der Zelle heraus kann, so muß zwischen den Zellen der beiden Hefenarten ein Austausch stattfinden, der den Glykogengehalt der Lufthefe auf seine Normalgröße reduziert. Daß dabei eine Wanderung von Enzymen von Zelle zu Zelle eintritt, die ja je nach ihrer Herkunft und Ernährung verschiedene Mengen und Arten davon enthalten, möchte der Verfasser nur vermuten. Die mit 1 bis 2 Proz. Wiener Hefe versetzte, schlecht sich pfundende Lufthefe zeigt sehr rasch eine verminderte Glykogenreaktion, deren Schwächung nicht im Verhältnis zur Zumischung der Wiener Hefe steht. Möglich ist nun, daß in der Lufthefe, die den Übelstand zeigt, eine Spannung zwischen Glykogen und Zymase besteht, die beim Vermischen mit Wiener Hefe, die zymasereicher und glykogenärmer ist, über den toten Punkt durch Austausch von noch unbekannten Körpern des Plasmas beider Hefen hinwegkommt. Da das Stehenlassen der Lufthefe nach dem pfundgerechten Anfeuchten mit frischem Wasser den Mißstand auch ziemlich beseitigt, so genügt jedenfalls eine kleine Abgabe der Zelle an veratmetem Glykogen, um den normalen Zustand herbeizuführen.

Wenn sich die Hefe schlecht pfundet, ist es das Verkehrteste, die Hefe stärker als üblich anzufeuchten, so daß sie auf dem Versand darunter leidet, oder gar Zusätze von Glycerin in das Anfeuchtewasser oder von Fett in die Hefe vorzunehmen. Diese Zusätze gehören nicht in die Hefe, selbst wenn sie helfen könnten. Dann ist es das zweckmäßigste, die Herrichtung der gepreßten Hefe zum Pfunden etwas zeitiger vorzunehmen, so daß die pfundungsbereite Hefe vor dem Auspfunden noch etwas länger stehen bleiben kann.

Sehr wichtig ist auch für das Auspfunden, daß die, wenn sie gesund ist, stark zum Austrocknen neigende Lufthefe beim Einstampfen in die Vorratsgefäße in dünnen Schichten, fein zerrieben und zerstoßen, eingedrückt und mit reinem, kalten Wasser schichtweise angefeuchtet wird. Die Lufthefen aus den jetzt üblichen dünnen Würzen pressen sich sehr trocken, so daß sie eine größere Menge Wasser beim Einstampfen vertragen. Ist die Hefe nicht ausgereift, dann wird durch das Abkühlen der separierten Hefe auf 13 bis 15° ihre Tätigkeit nur unterbrochen und durch das Auspressen unmöglich gemacht, aber beim Anfeuchten zur Auspfundung wieder gereizt, was diese nicht bloß schädigt, sondern sogar Verderben für sie bedeuten kann. Man kann deshalb nicht oft genug wiederholen, wie wichtig das Ausreifenlassen der Hefe, und zwar bei verminderter Temperatur und Lüftung, ist. Die Hefe versteht es dann noch wunderbar, sich die kleinsten Nährstoffmengen aus der Würze herauszuholen und ihre letzten Zellen völlig auszubilden. Und völlige Reife bedeutet eben normale Zusammensetzung des Zellinhaltes, der wohl während der Arbeit unter Spannungen und Reizen zu stehen gewohnt ist, aber nach der Arbeit im Gleichgewichtszustande sich befinden soll. Dies ist nicht der Fall, wenn der Glykogengehalt abnorm hoch werden kann und eine Spannung verursacht, für die keine Ausgleichsmöglichkeit mehr besteht. Bei sachgemäßer Arbeit ist deshalb auch das schlechte Auspfunden ein kaum gekannter Gast in den Betrieben.

Daß natürlich schlechtes Malz und dann mangelhafte Verzuckerung hier mit hineinspielen, ist klar. Eine aus gutem Betrieb und richtig gestellten Lebensbedingungen stammende Hefe pfundet sich eben auch gut aus.

Beim Auspfunden gibt man der Lufthefe etwas mehr Wasser und deshalb auch ein kleines Übergewicht, da sie auf dem Versand stärker als die Wiener Hefe austrocknet. Das Gleiche gilt für die Beutelung der Lufthefe, die für diesen Zweck auch etwas besser anzufeuchten ist. Ein kurzes Eintauchen der fertig gestopften Beutel in reines kaltes Wasser ist in diesem Falle sehr zweckmäßig, da sich das Gewebe dabei straff anzieht und dicht an die Hefe anlegt, um so die Poren der Säcke genügend undurchgängig für Luft wegen der Hefe zu machen.

Daß die Betriebshefe täglich zu untersuchen ist, ist selbstverständlich, wenn auch die Kontrolle der Gärung das unnötig erscheinen lassen könnte. Besonders ist die Hefe, die als Stellhefe Verwendung findet, genauestens, besonders auf Kahmhefe zu prüfen, die ja allerdings, wenn in bemerkenswerter Menge vorhanden, schon in der Gärung sich zeigt. Es darf eben, was bei Betrieben beim Übergang von der älteren zu der neueren Arbeitsweise möglich ist, nie vergessen werden, daß wohl die Milchsäurung, durchgreifend genug gestaltet, in ihrem Ausdruck als Säuregrad etwa gleichbleiben kann, da sie ja mehr Eiweißlieferung als Schutzwirkung für die Hefe bedeutet, daß aber die in bakterieller Hinsicht nötigen Schwefelsäuregaben in dem Maße der Verdünnung der Würzen vergrößert werden müssen; sie werden von der Hefe in dieser Verdünnung gut ertragen und sind unbedingt nötig, um sie vor Zufälligkeiten und bestimmten Feinden zu schützen. Es muß deshalb der Hauptwert der Milchsäurung in ihrer peptatischen Arbeit gesucht werden, weshalb ihre antibakterielle Wirkung durch Schwefelsäure zu unterstützen ist. So kann man nach den ausführlichen Darlegungen des Verfassers in einfach übersichtlicher, durch keinerlei Kunststücke komplizierter Arbeit aus den gebräuchlichen Materialien in guter Durchschnittsqualität bis 40 Proz. bester triebfähiger Hefe neben 12 bis 14 Proz. Alkohol ziehen. Während bei zu rascher Überleitung der Stellhefe in die Arbeit unter den großen Luftmengen wohl die hohe Hefenausbeute zu erziehen ist, aber mit einer dauernd niedrig bleibenden Ausbeute an Alkohol, kann man, die Überleitung in einigen Tagen vornehmend, auf die gleiche Hefenausbeute bei einer dauernd größeren Alkoholbildung kommen, in welch letzterem Falle auch die Rasse lange in der Qualität konstant bleibt. Die vielen Proben, die der Verfasser empfiehlt, laufen leicht nebenher und bedeuten nicht bloß eine Sicherung der Arbeit, sondern auch einen Gewinn für das Auge des Leiters.

7. Die Gewinnung des Alkohols aus der vergorenen, entheften Würze.

Diese Arbeit vollzieht sich so ziemlich auf den gleichen Apparaten, wie bei der Maische des alten Verfahrens. Periodische Apparate scheiden natürlich selbst für kleinste Betriebe ganz aus, die an und für sich billiger bei der Anschaffung, aber teuer im Betrieb, für die sehr alkoholschwachen Würzen geradezu ausgeschlossen sein müssen.

Bei den Kolonnen- und kontinuierlichen Apparaten ist, wie schon früher gesagt, auf die starke Verdünnung des Alkohols in der Würze und auf ihr

Freisein von Trebern Rücksicht zu nehmen. Letzteres verursacht ein starkes Schäumen und erschwertes Sieden, weshalb beim Übergang der Würzekolonne in die Lutterkolonne ein etwas höherer Kochraum als bei dem Abtreiben von vergorener Maische einzuschieben ist, damit kein Schaum in die Lutterkolonne übergerissen werden kann. Je eher die Würze nach dem Separieren abgebrannt wird, desto leichter und verlustloser vollzieht sich die Arbeit. In Rücksicht auf die starke Verdünnung des Alkohols muß der Kondensator entsprechend größer gewählt werden, damit er seiner Aufgabe gerecht werden und hochprozentige Ware liefern kann. Der Lufthefenrohspiritus ist so ziemlich der minderwertigste seiner Genossen. Durch die starke Lüftung ist er reich an Aldehyd und durch die starke Eiweißzersetzung bei der Gärung reich an Fuselölen. Je hochprozentiger er gebrannt wird, desto weniger Fuselölanteile werden mit in den Kühler, sondern mit dem Lutter wieder in den Apparat zurück gelangen. Da das Fuselöl sehr hoch im Preise steht, ist seine Gewinnung, die sich als eine bedeutende Einnahmequelle darstellt, für die stark belasteten Lufthefenfabriken dringend geboten. Die Fabriken für Brennapparatenbau liefern fast alle auch Fuselölabscheider, die in die Lutterleitung einzuschalten sind. Ihre Wirkung beruht darauf, daß der noch alkoholhaltige Lutter an der Kolonne an geeigneter Stelle entnommen und soweit abgekühlt wird, daß das Fuselöl sich abscheiden kann. Der Apparat enthält deshalb neben dem Kühler noch den eigentlichen Abscheider, der das oben sich ansammelnde Fuselöl zu einem besonderen Auslauf entläßt, das alkoholhaltige Lutterwasser aber wieder zur Kolonne führt. Die Aldehydabscheidung ist bei der Gewinnung des Lufthefenspiritus auch sehr angebracht, weil dieser dadurch seines unangenehmsten Begleiters entledigt und z. B. zur Essigbereitung sehr gut verwendbar gemacht wird.

Der Aldehydgehalt ist es auch, der bei der Rektifikation des Lufthefenspiritus zwingt, so sehr lange Alkohol und Sekundasprit laufen zu lassen, ehe der eigentliche Mittellauf als Feinsprit betrachtet und gesammelt werden kann, der die Kaliumpermanganatprobe etwa 20 Minuten aushält. Konsumware, Primasprit, aus Würze direkt oder aus Lufthefenrohspiritus zu erzeugen, hat deshalb sehr große Schwierigkeiten und ist eine der schwersten Aufgaben der Destillationstechnik, die nur die neuen Automaten mit ihrer fortlaufenden Trennung und sofortigen Gewinnung des Äthylalkohols von den Verunreinigungen erfüllen können.

Der Verfasser hat zwar bis jetzt keinen aus Lufthefenrohspiritus oder Würze gewonnenen „Primasprit“ in die Hände bekommen, der diesen Namen wirklich verdient hätte. Dabei ist allerdings der „Feinsprit“ aus Würze, wie ihn die Automaten liefern, viel besser als derjenige, der aus Rohspiritus mit den geradezu veralteten, periodischen Rektifikationsapparaten gewonnen wird, was aus theoretischen Gründen auch verständlich ist. Der Automat vermeidet eben alle die Zersetzungsvorgänge, die sich im Rektifikationsapparat bei der 48 stündigen Kochung abspielen. Dagegen kann ein Feinsprit erzielt werden, der mehr als den Anforderungen entspricht, die die Abnehmer der Technik an ihn stellen müssen. Für kleine Betriebe, die heute bei den hohen Hefenausbeuten nur wenig Rohspiritus erzeugen, ist wenigstens dahin zu wirken, daß der Kondensator eventuell etwas vergrößert oder durch einen anderen ersetzt wird, der Rohware von mindestens 90, besser von 93 bis 95 Proz. zu brennen gestattet. Dadurch wird schon ziemlich fuselfreie Ware ge-

wonnen. Für große Betriebe empfiehlt sich das Gleiche, aber dazu noch die Anbringung eines Fuselöl- und Aldehydausscheiders. Der erstere bringt das bis jetzt mit der Würze weggelaufene Fuselöl in die Hände des Fabrikanten, der es teuer bezahlt erhält; der letztere bessert die Qualität der Rohware so auf, daß sie für die Essigfabrikation sehr gut verwendbar ist und gern, weil billiger, gekauft wird. Wo es sich im Lufthefenverfahren aber um Neuanschaffung handelt, sollte man bloß noch Automaten aufstellen, die aus der Würze direkt einen ausgezeichneten „Feinsprit" gewinnen lassen, und zwar in einer Ausbeute von mindestens 90 Proz. des vorhandenen Rohspiritus. Es fällt dabei der Schwund weg, der bei der nochmaligen Destillation, der Rektifikation, eintritt, und das Fuselöl wird gleichzeitig und fortlaufend gewonnen. Dazu wird alles das fast mit dem gleichen Kohlenverbrauch und Wasserverbrauch wie für den Rohspiritusapparat erreicht. Wo allerdings ein geringes Kontingent vorhanden ist und der größte Teil des Lufthefenspiritus denaturiert (vergällt) werden muß, ist die Erzeugung von Feinsprit natürlich nicht geboten, aber die Gewinnung von möglichst hochprozentiger Rohware anzustreben.

8. Die Rückstände der Lufthefenfabrikation.

a) Die Treber.

Wenn der Läuterprozeß mit seiner Auslaugung der Treber vorüber ist, dann sind diese für die Landwirtschaft bzw. deren Viehhaltung noch äußerst wertvoll. Abgesehen davon, daß der tierische Verdauungsapparat auch die Zellulose noch zu verarbeiten vermag, so enthalten die Treber doch noch Eiweiß, das ganze Fett der Rohstoffe, überhaupt alles, was die Gärung nicht aufzunehmen vermag. Die Treber der Lufthefenfabrikation sind deshalb wie die der Brauerei ein sehr gesuchtes Futtermittel, sie werden sogar von den verständigen Landwirten höher als die Brauereitreber bewertet. Denn diese stellen ja nur die Rückstände des Darrmalzes dar, während die Treber der Lufthefenfabrikation doch außerdem die Malzkeime, das ganze Fett der Rohstoffe, die Keime des Grünmalzes, also viel mehr Nährstoffe enthalten. Wie bei der Beschreibung des Läuterbottichs erwähnt wurde, enthalten die Böden besondere Vorrichtungen, durch die die Treber ausgestoßen und in eine Transportvorrichtung entleert werden können, die sie aus dem Gebäude zu dem Wagen des Käufers führt. Meist wird das nun von den Fabriken so gehandhabt, daß die Treber jeder Maischung an einen Bauer verkauft werden, der sie selbst wieder an einige andere verteilt. Sehr häufig aber muß die Trebermenge vom Läuterbottich aus an einzelne Bauern verteilt werden, was einigermaßen gut geht, wenn die Treber gleichmäßig hoch liegen und etwa $^1/_3$ oder $^1/_4$ oder $^1/_6$ abgegeben werden soll. Doch ist es vorzuziehen, das Gewicht der Treber auf jedem Wagen festzustellen, deren Menge der Käufer beliebig wählen kann, und aus dem Gesamtgewicht der Naßtreber des ganzen Sudes zu berechnen, wieviel Einmaischung dem Trebergewicht jedes einzelnen Wagens entspricht.

Das geht rasch und ist sicher. Außerdem hat die Firma Bohm eine Naßtreber-Meßmaschine konstruiert, die die Arbeit der Treberverteilung sehr erleichtert und der Bequemlichkeit halber sehr zu empfehlen ist. Was den Preis für die Naßtreber anlangt, so schwankt er, je nach Lage der Fabrik, natürlich sehr. Berechnet wird er auf die Menge des Einmaischquantums. Durch-

schnittlich werden für die Treber aus 100 kg Getreide etwa 2,50 bis 3,20, teilweise bis 3,50 ℳ bezahlt. Obwohl im Sommer, wenn sonst genug Futter vorhanden ist, die Nachfrage nachläßt, so weiß doch der einsichtige Landwirt, wie unrichtig es ist, mit der Zusammensetzung des Futters zu sehr zu

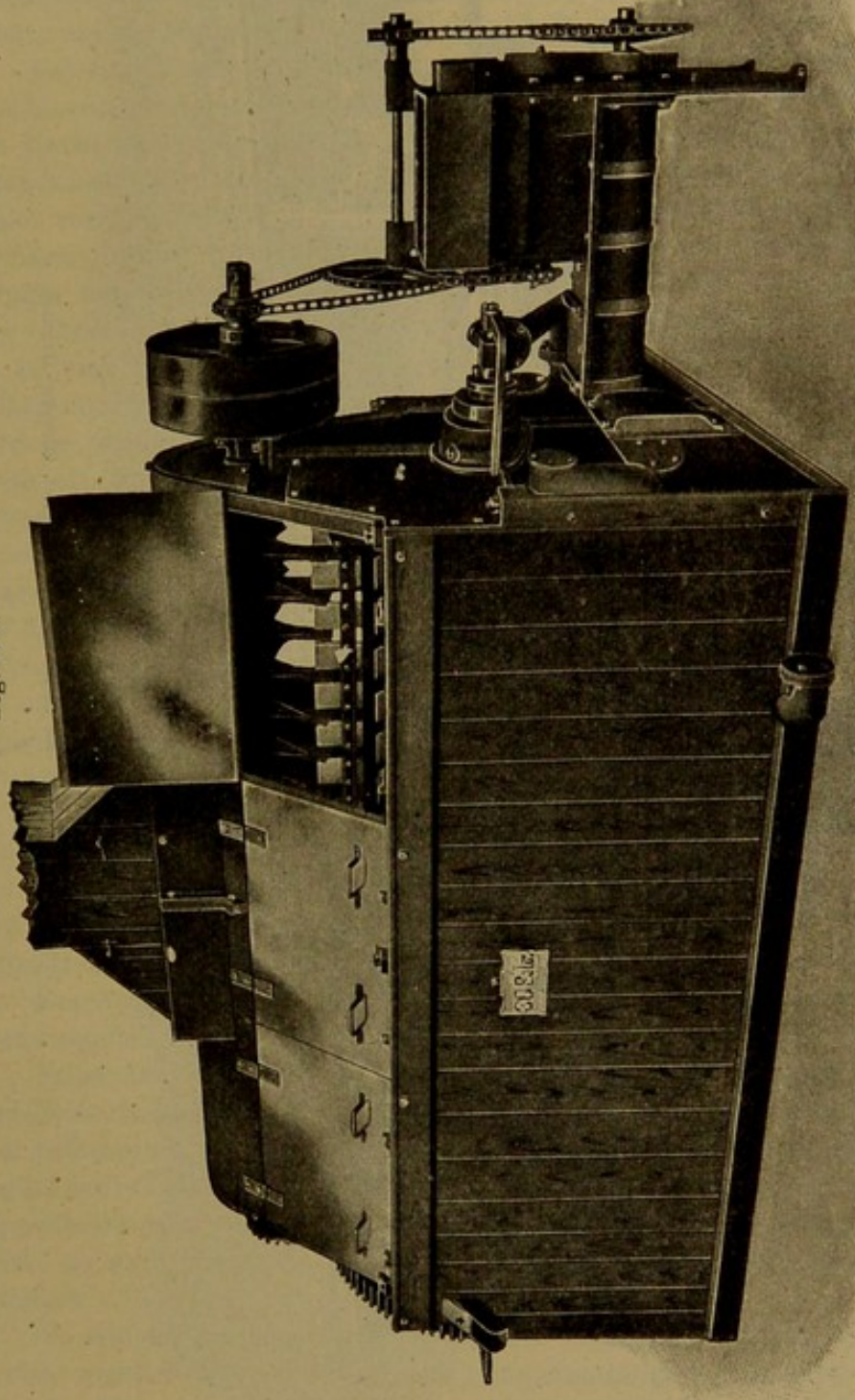


Fig. 247. Trebertrockenapparat der Firma Bohm.

wechseln; er gibt deshalb Sommer und Winter stets die gleiche Trebermenge und ändert nur die Beigaben. Das Erträgnis an Milch ist auch bei der Verfütterung von Trebern ungleich größer; mit Viehsalz versetzt, bleiben diese sehr lange haltbar. Wenn die Fabriken aber wenig umfangreiche Milchwirt-

schaft in der Nähe haben, so steht es natürlich mit dem Absatz der Treber schlecht. Die Treber müssen dann getrocknet und als Trockenfutter verkauft

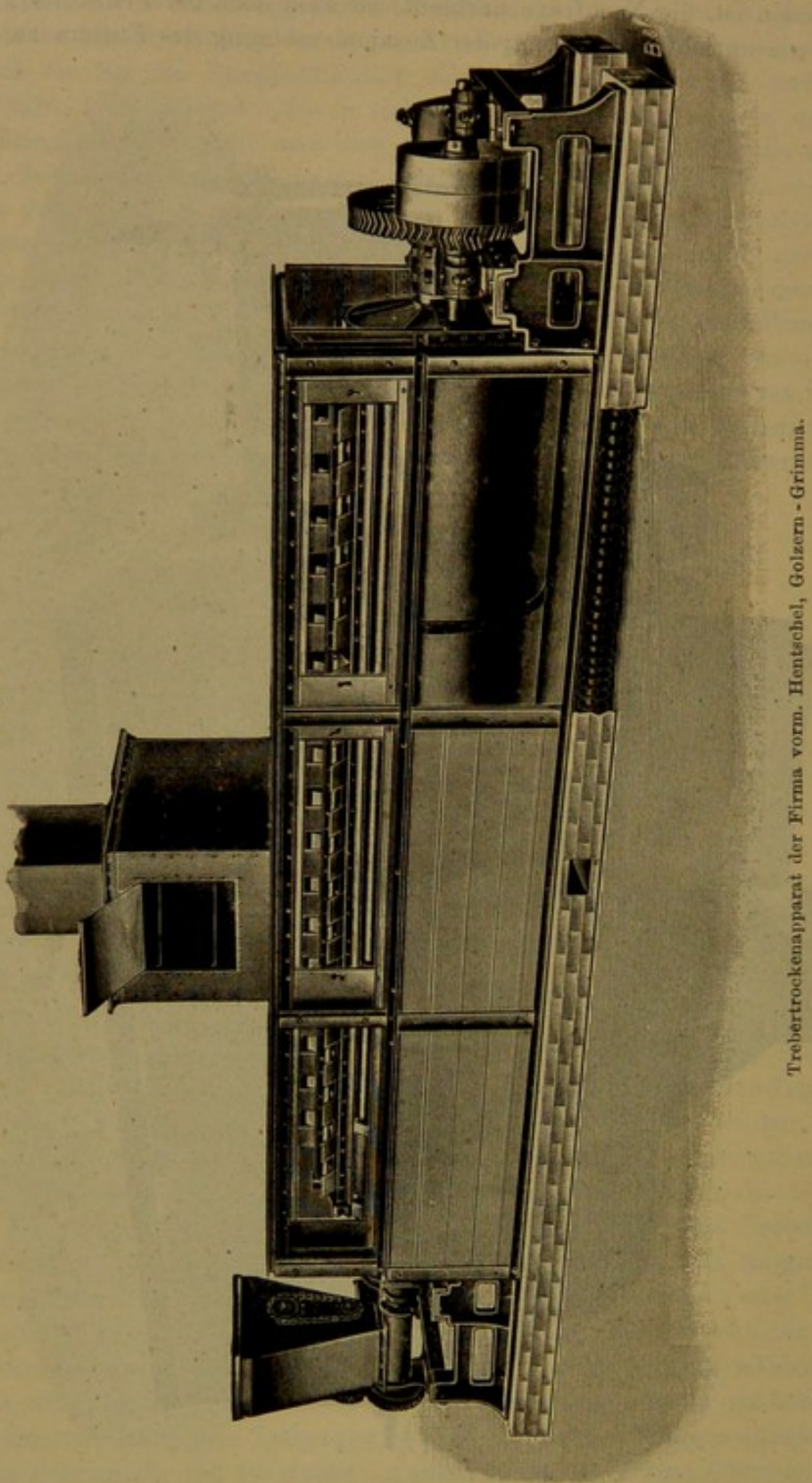


Fig. 248. Trebertrockenapparat der Firma vorm. Hentschel, Golzern-Grimma.

werden. Glücklicherweise macht das nicht die gleiche Schwierigkeit, wie das Trocknen der 93 bis 95 Proz. Wasser enthaltenden Schlempe.

Die Treber kommen dann vom Läuterbottich in die Transportvorrichtung, die sie zum Trockenapparat bringt. Als solche wählt man am einfachsten eine

Transportschnecke, die aber statt der Blechschnecke nur eine Spirale aus Vierkanteisen (Fig. 50) zu haben braucht. Die Treber hängen so fest zusammen, daß sie mit dieser Spirale sehr gut weiterbefördert werden. Ist der Weg zum Trockenapparat weit, dann wählt man besser eine der Naßtreberpumpen, die wie diejenige der Firma Bohm, die nassen Treber bis auf 25 m Höhe und 70 m Entfernung fortschaffen können. Die Trebertrockenapparate sind zweckmäßig so gebaut, daß der Maschinenabdampf zu ihrem Betriebe ausreicht, um ein lagerfestes Trockenprodukt zu gewinnen.

Der Bau von solchen Trockenapparaten ist heute ein Spezialgebiet der Maschinentechnik; sie werden in sehr leistungsfähigen Konstruktionen auf den Markt gebracht. Sehr empfehlenswert sind die Apparate von der Firma „Maschinenfabrik Imperial, Meißen-Sachsen", die in diesem, ihrem Spezialgebiet vorzügliches leistet. Doch bieten auch die Apparate, die die Maschinenfabriken unserer Branche bauen, die Gewähr für zweckmäßige Arbeit. Im Prinzip und deshalb auch im Äußern müssen sich die einzelnen Apparate sehr ähneln, weshalb nur zwei Abbildungen gebracht seien. Auf S. 619 sei in Fig. 247 der Trebertrockenapparat der Firma Bohm wiedergegeben. Bedienung brauchen diese Apparate sehr wenig, auch erfordern sie zum Betriebe wenig Kraft und Dampf. Als Material kommt in der Hauptsache Eisen als Gußeisen und Stahl und Phosphorbronze für die Lager usw. in Betracht. Um weitere Ersparnisse an Kohlen zu erzielen, versieht man den Trockner zweckmäßig mit einer Naßtrebervorpreßschnecke, die die Treber ausgepreßt, also vom Hauptwasser befreit, in den Trockenapparat bringt. Die dabei auftretenden Verluste an Nährstoffen sind um so geringer, je besser die Arbeit und die Läuterung war, und sind im Verhältnis zur Kohlenersparnis so unbedeutend, daß sie zu vernachlässigen sind. Nicht bloß eine große Dampfersparnis, auch eine Vergrößerung der Leistungsfähigkeit ist die Folge der Anlage.

Auf Wunsch wird der Trockenapparat noch mit einem pneumatischen Transporteur für die Trockentreber ausgerüstet, welcher dort sehr zu empfehlen ist, wo die Trockentreber schnell und vorteilhaft auf größere Entfernungen und Höhen fortgeschafft werden sollen. Das Trockengut wird hierbei gelüftet und abgekühlt, wodurch jede Selbstentzündung ausgeschlossen ist.

Der Apparat der Firma vorm. Hentschel, Golzern-Grimma, sei in Fig. 248 wiedergegeben.

Seine Arbeitsweise beruht auf der kombinierten Verwendung von Dampf und Heißluft zugleich als Trockenmittel, indem die Flächenbeheizung nur zum Teil beibehalten, im übrigen aber durch unmittelbare Einwirkung heißer Luft ersetzt ist, welch letztere durch besondere, unterhalb des Apparates eingebaute Rippenheizkörper erzeugt und direkt zwischen das Trockengut eingeführt wird. Je nach Wunsch wird auch dieser Apparat mit und ohne Vorpressung geliefert.

So einfach die Trocknung verläuft, so sehr ist darauf zu achten, daß die Treber wirklich trocken genug sind, um eine längere Lagerung aushalten zu können, ohne sich zu erhitzen oder gar zu entzünden. Vor dem Einsacken müssen daher die Treber gut abgekühlt werden, was zweckmäßig mit der pneumatischen Transportanlage geschieht, durch die die Trockentreber an eine beliebige Stelle der Fabrik zur Lagerung geführt und gleichzeitig abgekühlt werden können.

b) Die Abwässer.

Für Fabriken, die keine günstigen Vorflutverhältnisse haben, kann die Frage der Ableitung der Fabrikabwässer eine sehr unangenehme werden. Wo große Flußläufe oder städtische Kanalisationen vorliegen, wird die Weiterleitung in diese um so anstandsloser erfolgen, je mehr dafür gesorgt ist, daß die nötige Verdünnung und schnelle Fortnahme der Abwässer gewährleistet ist. Im alten Verfahren wird die Schlempe ja als wertvolles Futtermittel entweder verkauft oder getrocknet. Als Abwässer kommen da nur die Weichwässer der Mälzerei und die Putzwässer in Frage. Im Lüftungsverfahren sind es außer den großen Mengen der Weichwässer der Mälzerei und der Roggenweichen ganz besonders die der abgebrannten Würze, die neben dem Scheuer- und Putzwasser als eigentliche Abwässer in Frage kommen. Wo also die Vorflutverhältnisse nicht so sind, daß die in Betracht kommenden Abwässermengen unbeanstandet abgeleitet werden können, ist vor allen Dingen, um die Sache nicht zu komplizieren, eine scharfe Trennung nötig zwischen dem wirklichen Abwasser, das durch Fabrikationsrückstände verunreinigt ist, und dem reinen Wasser, das als Überlaufwasser oder Kühlwasser die Fabrik, weil überschüssig, verläßt. Durch diese Trennung verringert man die eigentliche Abwassermenge schon ganz bedeutend. Das klare Wasser (Kühl- und Überlaufwasser) kann selbstverständlich jedem kleinsten Vorfluter zugeführt werden.

Das Abwasser aber, so unschädlich es seiner Zusammensetzung und Herkunft nach sein muß und kann, muß eine Reinigung durchmachen, ehe es weiter geleitet werden darf. Die Anlage von Rieselfeldern ist ausgeschlossen, weil die Konzentration der Abwässer höchstens eine Auslaugung des Bodens, aber keine Düngung bezwecken könnte. Und doch machen sich diese so wenig organische Stoffe enthaltenden Abwässer in kleinen Flußläufen äußerst fühlbar; diese mehr als geringen Mengen Eiweiß und Dextrin, die damit in den kleinen Vorfluter gelangen, geben Anlaß zu ganz bemerkenswerten Kolonien von Algen und Pilzen, die bis zu ganz beträchtlichem Grade anwachsen können. Die lange behördlich vorgeschlagenen Klärgruben, die, groß genug gewählt, den Lauf der Abwässer verlangsamen und so diesen Gelegenheit geben sollten, alle Schwebeteilchen abzusetzen, ehe sie in das öffentliche Gewässer gelangen, erfüllen ihren Zweck nur halb oder gar nicht. Sind sie groß genug, das Absetzen der suspendierten Teile zu ermöglichen, dann geht auch gleichzeitig das Abwasser selbst in Fäulnis über und verunreinigt den Vorfluter mehr, als wenn es ungereinigt eingelassen würde. Außerdem verbreiten diese Fäulnisvorgänge keine angenehmen Düfte, was um so schlimmer ist, als sie von der Industrie stammen.

Entweder muß die Klärgrube so weit ausgedehnt und vergrößert werden, daß der Faulprozeß ganz durchgeführt werden kann, das Abwasser also die Klärgrube völlig entfault verläßt und keinen Schaden mehr anrichten kann. Das hat zur Voraussetzung, daß mindestens drei Gruben vorhanden sind, deren jede groß genug ist, die Abwassermenge eines Tages aufzunehmen, so daß erst am dritten Tage das Wasser die dritte Faulgrube verläßt. Da hierbei eine Menge übelriechender Gase auftritt, was bei dem Faulprozeß der fast ganz aus stickstoffhaltigen organischen Substanzen bestehenden Gehalte der Abwässer und Schwebeteilchen natürlich ist, so ist eine Überdachung

der Gruben nötig, um die Dünste so abzuziehen, daß die Nachbarschaft nicht davon belästigt wird.

Oder aber, wenn die Abwässermengen groß sind und kein Gelände zur Anlage dieser dann riesig ausgedehnten Faulgruben billig zur Verfügung steht, bleibt nichts anderes übrig, als die Abwässer biologisch zu reinigen. Das geschieht in der Weise, daß das Abwasser über Schlacken und Koks in solcher Verteilung geleitet wird, daß es sich gleichmäßig und fein über das eine große Oberfläche darbietende Material langsam ergießt. Die Schlacken sind in viereckigen, etwa 2 m hohen, aus Latten gezimmerten Behältern so eingelegt, daß zu unterst und an den Seiten die großen Schlackenstücke sich befinden, auf die die eigentliche Füllung aus etwa faustgroßen Schlacken kommt; die oberste Schicht besteht aus Schlacken (oder Koks) in etwa 10 mm großen Stückchen, damit das auflaufende Abwasser sich fein über die ganze Fläche verteilen muß, ehe es auf die großen Schlacken abwärts tropft.

Die Hauptsache bei dieser Reinigung ist, daß von allen Seiten Luft in das „biologische Filter" treten kann, dessen Wirkungsweise darauf beruht, daß, soweit nötig, bei der feinen Verteilung und starken Luftzufuhr eine weitestgehende Oxydation erfolgt. Dann aber siedeln sich alle möglichen Makro- und Mikroorganismen an, die sich von dem Gehalt des Abwassers ernähren, so daß das Wasser, je älter das Filter bis zu einem gewissen Grade ist, desto sicherer klar und gereinigt unten zum Filter ausläuft.

Je höher, etwa bis zu 3 m, diese Filter sein können, desto besser ist ihre Wirkung natürlich, da nicht der Kubikinhalt allein, sondern eigentlich nur die Höhe der Filterschicht ausschlaggebend ist. Die Anordnung der gleichen Masse in hoher Schicht wirkt deshalb am zweckmäßigsten; unter 1,5 m Höhe sollte das Filter nicht angelegt werden. Voraussetzung ist, wie gesagt, daß die Luft von unten und von den Seiten ungehindert in die Filter eintreten und das auf der Oberfläche der Füllung fein verteilt herunterrieselnde Wasser so weit als möglich schon oxydiert, ehe die Tätigkeit der Mikroorganismen noch einzusetzen hat. Diese siedeln sich in vier bis sechs Wochen in solchen Mengen an, daß das Abwasser nach dem Durchlaufen des Filters als rein zum Vorfluter abgelassen werden kann. Besondere Sorgfalt ist auf die zweckmäßige Befüllung mit Schlacken oder Koks und besonders auf die Bildung der obersten feinen Schicht zu verwenden, auf die das Abwasser durch ganz horizontal gelegte Verteilungsrohre so gleichmäßig als möglich verteilt wird. Natürlich darf das auffließende Abwasser keine Temperaturen haben, die eine biologische Tätigkeit ausschließen. Die Weich- und Putzwasser sind ja an und für sich schon kalt, und die heiße entgeistete Würze des Brennapparates wird hoffentlich heute überall zur Anwärmung der vergorenen Würze oder von kaltem Wasser benutzt, so daß bei ordnungsmäßigem Betriebe die Abwässer in richtiger Temperatur auf das Filter gelangen.

Es gibt ja auch übrigens Maschinenfabriken, die solche Kläranlagen einrichten und überhaupt die Reinigung von Abwässern als Spezialgebiet bearbeiten. Überdacht müssen auch die biologischen Filter werden, da natürlich der Zersetzungsprozeß übelriechende Gase auslöst. Alle zwei bis drei Jahre ist ein Filter neu zu beschicken. War die Beschickung des Filters mit Koks vorgenommen, dann kann dieser nach seiner Abtrocknung direkt im Kessel verbrannt werden. Durch die stets wachsende Bedeutung der Frage der Abwässerreinigung für die Allgemeinheit und durch die neuen strengeren Gesetze

über die Benutzung von öffentlichen Gewässern für die Ableitung von Abwässern jeder Art ist deren Reinigung eine der brennendsten Fragen der Gegenwart geworden, die nicht nur der Industrie, sondern auch großen Gemeinwesen, den Städten, viel Sorge und Mühe verursacht. Ob die vielgenannte Emscherbrunnenanlage für unsere Zwecke Aussicht auf Erfolg bietet, wird die Zukunft lehren, die die Lösung der Abwässerfrage noch bringen muß.

III. Das Laboratorium des Presshefenfabrikanten.

Über diese Sache kann man sich kurz fassen, denn ein eigentliches Laboratorium kann nur für den Großbetrieb oder Mittelbetrieb in Frage kommen, der die geschulten Kräfte zur Verfügung hat, die zu dem Laboratorium gehören. Für denjenigen, der ein solches Laboratorium einzurichten Grund hat und dazu in der Lage ist, ist die Einrichtung desselben Sache des Herren, der darin arbeiten und deshalb wissen muß, welche Arbeiten zu erledigen und welche Apparate und Utensilien zu beschaffen sind. Zu einem Laboratorium gehören eine Unmenge von Gegenständen, deren Benutzung nur in der Hand des vorgebildeten Fachmannes Segen stiften kann Kleinere Betriebe sollten die Analysen unbedingt den Instituten überlassen, die sie bestens und billigst und je nach ihrer Art sofort ausführen, wozu sie genügend Kräfte besitzen und entsprechend ausgerüstet sind. Wo der chemisch-bakteriologisch vorgebildete Fachmann fehlt, genügt es vollständig, wenn das Laboratorium ein Mikroskop, einen Titrierapparat, die zur Saccharometrierung und Alkoholometrierung nötigen Utensilien, einen Triebkraftbestimmungsapparat, einen kleinen Destillationsapparat und einige Reagenzien, wie Jodlösung (nicht die der Apotheken, sondern aus Jod, Jodkalium und destilliertem Wasser bereitete, 1 : 2 : 100) enthält; dazu würde noch ein Normalthermometer und ein Satz Reagenzgläser mit Stativ kommen. Wenn irgend angängig, sollte die Möglichkeit gegeben sein, die vorzügliche Lindnersche Tröpfchenkultur vorzunehmen, was schon wieder eine entsprechende Einrichtung, eine geübte Hand und ein kundiges Auge voraussetzt.

Alle eigentlichen Analysen, die Untersuchung von Wasser, Getreide usw., sollte man den Instituten überlassen, soweit nicht die Betriebe entsprechende Kräfte im Dienst haben. Es ist eben doch ein Unterschied, ob eine Analyse nur schematisch ohne oder mit Kenntnis des inneren Zusammenhanges gemacht wird. Man höre und sehe doch bloß, was manchmal alles unter dem Mikroskop gesehen und festgestellt wird. Wenn trotzdem der Verfasser das Mikroskop als ein unentbehrliches Instrument auch des kleinsten Betriebes bezeichnet, so ist es ihm hauptsächlich darum zu tun, daß es wenigstens da ist, wenn jemand zur Revision berufen wird, der wirklich mikroskopieren kann. Das Aussehen der so wichtigen und guten Betriebsinstrumente läßt schon vieles ahnen. Man bedenke nur, welche Mühe das mikroskopische Richtigsehen dem geübten Kenner kostet, und beurteile danach den Wert des Urteils des bewaffneten, aber der Bewaffnung nicht gewöhnten Auges. Welchen viel größeren Wert dagegen haben für den Betrieb genaue Saccharometrierungen, Titrierungen, Jodprüfungen auf Stärke, Triebkraftbestimmungen der Hefe und Probedestillationen zur Vorausbestimmung und Kontrolle der Alkoholausbeute, die von jedermann leicht und ordentlich zu machen sind, gegenüber den vielen unverstandenen mikroskopischen Beobachtungen, deren Er-

gebnis häufig genug Anlaß zu ganz unangebrachten Änderungen im Betriebe gibt. Wie oft kann man beobachten, daß nicht einmal die Thermometer richtig abgelesen oder vorher mit dem Normalthermometer verglichen werden! Und wie oft sitzt hier die Quelle manchen Übels im Betriebe, das vor lauter Chemisterei nicht erkannt wird. Wo also nicht die Größe des Betriebes einen technisch-wissenschaftlich gebildeten Fachmann erträgt und damit die Errichtung eines Laboratoriums erfordert, sollte von der weitergehenden Ausrüstung eines solchen abgesehen werden. Es ist dem Betriebe dann durchaus und bestens gedient, wenn die laufenden Untersuchungen täglich, regelmäßig und genauestens ausgeführt und alle anderen Prüfungen und Analysen in eingesandten Proben durch wissenschaftliche oder technische Institute erledigt werden. Sehr wichtig und unerläßlich sind die täglich an einen etwa 30° warmen Platz wegzustellenden Hefenproben, um zu sehen, wie diese sich während zwei bis drei Tagen bei dieser Temperatur verhalten, die ja höher als die während des Versandes vorkommenden Temperaturen liegt; aber gerade deshalb geben diese Proben auch einen sicheren Aufschluß über den Grad der Haltbarkeit der Hefe. Die tägliche Betriebskontrolle muß, um einen wirklichen Wert zu haben, in einem genau geführten Betriebsjournal niedergelegt werden, was zur Folge haben soll, daß täglich diese Zahlen ermittelt werden müssen. S. 626 und 627 findet sich je ein Schema eines Betriebstagebuches für das Lüftungs- und das alte Verfahren; die gewissenhafte Ausfüllung setzt eine gute Kontrolle der ganzen Arbeit voraus und gewährleistet damit die richtige Übersicht über den Gang der Fabrikation.

IV. Einiges über die maschinellen Einrichtungen.

1. Die Dampfkessel.

Was die Kesselanlage und die übrigen maschinellen Einrichtungen der Hefenfabrikation anlangt, so kann hier bloß in kurzen Umrissen auf die Sache eingegangen werden. Für jeden Einzelfall muß eben da der Besitzer sich durch Kostenvoranschläge von Spezialfabriken ausführlichen Rat einholen. Hier sei nur darauf hingewiesen, daß für den unregelmäßigen Dampfverbrauch der Brennereien und Hefenfabriken, der hauptsächlich Kochzwecken und zum kleinsten Teile dem Betriebe der Dampfmaschine zufließt, nur Cornwallkessel in Frage kommen. Da in den Hefenfabriken ganz wechselnde Mengen Dampf gebraucht werden, so sind diese „Großwasserraum"-Kessel die einfachsten und zweckmäßigsten für unsere Betriebe. Bei ihnen ist die kochende, dampfliefernde Wassermasse im Verhältnis zur Heizfläche sehr groß. Diese selbst stellt wieder nur denjenigen Teil des Kessels dar, der innen von Wasser und außen von den Heizgasen bespült wird. Dies ist die wasserbespülte Heizfläche, im Gegensatz zur dampfberührten Heizfläche, die wohl von den Heizgasen noch bestrichen wird, aber als eigentliche Heizfläche nicht in Betracht kommt. Nicht ganz einwandfrei ist auch die Einbeziehung der Oberfläche der über dem eigentlichen Kessel liegenden sogenannten Vorwärmer in die Größe der Heizfläche, an die die vorbeiziehenden Heizgase einen großen Teil ihrer Wärme abgeben. In die Vorwärmer, die meist so lang wie der Kessel sind und je nach der Größe des Kessels zu zweien oder nur in einem Exemplar über dem Kessel liegen, tritt das Kesselspeisewasser ein, um auf

Vordruck eines Betriebstagebuches für d

| Satzmaische | | |

Fabrikation nach dem alten Verfahren.

Datum		Hauptmaische																														Ausbeute pro 100 kg			
		Süße Maische							Schlempe					Schwefelsäure		Angestellte Maische			Gärende Maische		Vergorene Maische					Stärkemehl kg						Hefe		Alkohol	
		Rohstoffe				Abmaischtemperatur	Saccharometer im Vormaischbottich	Säure im Vormaischbottich	Schlempe hat Zucker	Schlempe hat Säure	Schlempezusatz in %	Schlempezusatz in cm	Wasser zur Schlempe	zum Mais Liter	zur Hauptmaische in die Schlempe Liter	Temperatur	Saccharometer	Säure	Dauer der Lüftung	Gärzeit bis zum Abschöpfen	Temperatur beim Abschöpfen	Datum	Gärzeit bis zum Abbrennen	Höchsttemperatur	Saccharometer beim Abbrennen	Säure beim Abbrennen								
Tag	Nr.	kg Mais	kg Malz	kg Roggen	kg																											%	Anzahl kg	%	Anzahl Liter 100 %

für die Lufthefenfabrikation.

Endwürze				Dauer der Läuterung	Letztes Wasser, Zucker	Stellhefe		Gärungstemperaturen				Gärdauer ab Läuterung	Vergorene Würze			Ausbeute pro 100 kg				Bemerkungen
Zucker	Säure	Gesamtmenge Liter	Verdünnungsgrad			Menge kg	Generation	Stammwürze	Endwürze	Höchste Temperatur	Grad Temperatur der Ausreifung		Zucker	Säure	Alkoholgehalt	Hefe		Alkohol		
																%	kg	%	Liter 100 %	

diese Weise vorgewärmt zu werden, bis es aus dem Vorwärmer in das kochende Wasser des Kessels gelangt. Nach dem Begriff der Heizfläche könnte man die Oberfläche der Vorwärmer wohl in diese mit einrechnen; doch ist das insofern nicht richtig, als die Vorwärmer selten kochendes Wasser führen. Sie kommen deshalb für die Dampfkesselheizfläche nicht viel mehr in Betracht als irgend ein außerhalb aufgestellter Vorwärmer des Kesselspeisewassers und sind für die eigentliche Dampfbildung nicht direkt tätig. Wo die Vorwärmer angebracht werden können, sind sie ja sehr zweckmäßig; aber der Besitzer sollte sich nach richtiger Bemessung der Kesselgröße für seinen Betrieb doch bei den Angeboten darüber vergewissern, daß die Heizfläche des zu liefernden Kessels nur auf den Kessel mit Ausschluß der Vorwärmer berechnet ist.

Die im Kessel eingesetzten Flammrohre sind entweder aus glatten oder gewellten Blechen hergestellt. Bei gleicher Länge des Flammrohres bieten natürlich die Wellflammrohre den Heizgasen eine größere Berührungsfläche für das Wasser im Kessel, das die Flammrohre umspült. Bis etwa 50 qm Heizfläche wird nur ein Flammrohr und ein zweites nur dann eingebaut, wenn jedes mindestens 750 mm Durchmesser bekommen kann.

Die Dampfkessel unterliegen behördlicher Aufsicht und Genehmigung und dürfen daher an ihren wichtigen Einzelteilen kein Gußeisen aufweisen. Als Material des Kesselblechs kommt heute nur noch Siemens-Martens-Flußeisen in Betracht, das nach seiner Herstellung Fehlerstellen im Gefüge kaum annehmen läßt, dabei aber eine größere Festigkeit und Dehnbarkeit als das Schweißeisen besitzt, das von seiner Herstellung her leicht Fehler aufweisen kann. Die Dampfkessel unterstehen überdies der Fachaufsicht von staatlich privilegierten Dampfkesselrevisionsvereinen, die ja auch allgemeine Normen für die Anforderungen an einen modernen Kessel aufgestellt haben. Da der neue Dampfkessel, ehe er in Betrieb kommt, vom Revisionsverein abgenommen sein muß, so liegt schon für den Besitzer darin eine Gewähr für die richtige Bauart und Ausführung des Kessels. Die Kessellieferanten können deshalb auch nur Gutes auf den Markt bringen. Sind so die Grundbedingungen für den Aufbau des Kessels von vornherein gegeben, so ist es schon mehr Sache des Besitzers, die Größe und das System des Kessels zu bestimmen, der sich hierüber doch auch mit einem Kenner der einschlägigen Verhältnisse noch besprechen sollte. Wo der vorhandene Raum es irgend erlaubt, kann, wie schon erwähnt, für den Hefenbetrieb nur ein „Großwasserraum"-Kessel in Betracht kommen, der bei richtig gewählter Größe eine solche Menge kochenden Wassers enthält, daß auch bei der Höchstentnahme von Dampf der Heizer gut nachkommen kann und somit stets leicht verfügbare Reserven an Dampf vorhanden sind. Alle anderen Kesselsysteme sind für unsere Zwecke ungeeignet, weil sie mehr „Kleinwasserraum"-Kessel sind, bei denen eine kleine Menge Wasser bei verhältnismäßig großer Heizfläche fortlaufend der Verdampfung unterworfen ist. Diese Kesselsysteme, die allerdings wenig Raum beanspruchen und rasch hochgespannten Dampf liefern, können mit Vorteil für den reinen Maschinenbetrieb, für die Preßhefenfabriken aber nur in Frage kommen, wenn die Platzverhältnisse die Aufstellung eines Cornwallkessels durchaus ausschließen. Man findet deshalb diese „Kleinwasserraum"-Kessel überall da, wo verhältnismäßig gleichbleibende Dampfentnahme und gleichzeitig Raumbeengung vorliegt, wie z. B. bei den Lokomotiven. Sie sind eben überall da zu empfehlen, wo nur Maschinendampf benötigt wird, weil sie

rasch Dampf von hoher Spannung geben. Diese Wirkung beruht auf der Vergrößerung der Heizfläche bei gleichem Raum, indem man das Wasser oder die Heizgase ein System von Röhren durchlaufen läßt, wodurch natürlich eine gesteigerte Heizflächenausnutzung bei geringer Wasserfüllung des Kessels möglich ist. Der große und dabei unregelmäßige Dampfverbrauch unserer Betriebe zu Kochzwecken verlangt aber eine möglichst große, dampfliefernde Wassermenge, die zu allen Zeiten die nötige Dampfentnahme ermöglicht. Deshalb sind die sonst so zweckmäßigen Kleinwasserraum-(Heiz- oder Wasserröhren-)-kessel für unsere Zwecke nicht vorteilhaft, ganz abgesehen davon, daß sie nur bei weichem oder gereinigtem Kesselspeisewasser Verwendung finden sollen, weil sich sonst ihre günstige Wirkung infolge des stark wachsenden Belages der Röhren mit Kesselstein sehr abschwächt. Damit wächst auch die Explosionsgefahr.

Wo es irgend möglich ist, vergrößert man besser das Kesselhaus, so daß ein Cornwallkessel Platz hat. Was die Größe des Kessels anlangt, so gilt für sie das gleiche Gesetz wie für die maschinellen Teile des Betriebes überhaupt. Der Kessel muß so bestellt sein, daß er den Höchstbedarf an Dampf ohne Forcierung zu leisten vermag. Jeder zu klein gewählte Kessel bedeutet eine einmalige Ersparnis, der aber laufende Ausgaben in solcher Höhe gegenüberstehen, daß in einigen Jahren dafür ein neuer, genügend großer Kessel gekauft werden könnte. Außerdem wachsen die Anlagekosten nicht proportional der Größe des Kessels, wie bei allen derartigen Maschinen und Apparaten; meistens kostet ein um 10 bis 20 qm Heizfläche größerer Kessel im Verhältnis wenig mehr, während mit seiner Leistung Tausende von Mark erspart werden können. Je größer der Kessel, desto besser können die Normalgrößen der vom Werk gelieferten Bleche ausgenutzt werden; es bedarf nicht so vieler besonderer Anfertigungen und gibt deshalb weniger Abfälle, die der Kesselbauer bei der Kalkulation einrechnen muß. Es ist also durchaus falsche Sparsamkeit, sich auf eine zu kleine Heizfläche festzulegen, die, wenn sie genügend Dampf liefern soll, entweder versagt und Betriebsstörung verursacht, oder es bloß ermöglicht, wenn fortwährend Kohlen eingeworfen werden, ohne daß die im Feuer befindlichen richtig ausbrennen können. Dabei wird der Rost stark angegriffen, weil seine freien Durchgangsflächen sich zulegen und keine genügende Luftzirkulation und damit Rostkühlung mehr möglich ist. Dazu kommt, daß der Heizer das Feuer nicht oder nicht richtig putzen kann, wenn ohnehin Dampfmangel vorliegt. Das sind Mißstände, die sich später in großen Ausgaben ausprägen, die in einigen Wochen mehr ausmachen als die einmalige Ersparnis bei Anschaffung des zu kleinen Kessels. Man lasse sich hierbei auch nicht durch Feuerungskünstler beeinflussen, die mit besonderen Rostkonstruktionen die wunderbarsten Erfolge erreichen wollen. Ein zu kleiner Kessel bedeutet ein für allemal eine schwere Belastung des Kohlenkontos. Wenn also ein unverhältnismäßiger Kohlenverbrauch auftritt, dann liegt, wenn nicht irgendwo aus Fahrlässigkeit Dampf unbenutzt entweichen oder der Heizer nur feuern, aber nicht heizen kann, die Schuld eben an dem Kessel, der mit normalem Verbrauch nicht mehr zu geben vermag, als was seinen Dimensionen entspricht. Die Firma Eimert u. Co., G. m. b. H., Leipzig-Lindenau, baut als Spezialität Wasserzirkulationsröhrenbatterien, die an jeden zu kleinen Cornwallkessel seitlich zur Heizflächenvergrößerung in die Seitenzüge eingebaut werden können, und so

gleichzeitig durch vollständigere Ausnutzung der Heizgase eine Ersparnis an Kohlen bis gegen 30 Proz. ergeben. Man kann auf diese Weise die Heizfläche eines Kessels (Cornwallkessels) bis um 100 Proz. ohne große Betriebsstörung vergrößern. Die Rohrsysteme werden einfach zu beiden Seiten eingeschoben und vorn und hinten unterhalb der Flammrohre mittels Stahlbogen mit dem Kessel verbunden, so daß die Rohre auch mit dem Dampfraum Verbindung haben; außerdem sind sie groß genug, um bequem gereinigt werden zu können. Wer einen zu kleinen Cornwallkessel hat, kann sich mit Erfolg dieser Neuerung bedienen.

Was nun die nötige Größe des Kessels betrifft, so ist natürlich, daß für die kleinen, die mittleren und großen Betriebe hier natürlich nicht die gleichen Einheitszahlen Platz greifen können, zumal ja hier die Frage mitspielt, welches Heizmaterial zur Verwendung kommt und zu welchem Preise es die Fabrik hat. Aber soviel kann man doch etwa feststellen, daß für einen Betrieb von täglich 6000 kg Einmaischung ein Kessel von 120 qm Heizfläche exklusive Vorwärmer bei 8 bis 10 Atm. Kesseldruck genügt, um den ganzen Betrieb zu bedienen, also den Dampf für den Brennapparat und die Maischerei, den Kochdampf und Maschinendampf leicht zu liefern.

Dieses Verhältnis wächst nun nicht proportional mit der Menge des täglich eingemaischten Materials, da die Ausnutzung von Dampfmaschine und Kessel mit wachsendem Betriebe günstiger wird. Durchschnittlich werden Flammrohrkessel mit über 200 qm Heizfläche nicht gebaut; wird diese größer verlangt, dann ist die Aufstellung zweier Kessel nötig. Was den Kohlenbedarf für eine Hefenfabrik anlangt, so stellt sich derselbe je nach der Größe des Betriebes und der Güte der verwendeten Kohle auf etwa 50 bis 100 kg pro 100 kg eingemaischten Getreides. Für eine tägliche Einmaischung von etwa 6000 kg dürfte sich der Kohlenverbrauch pro 100 kg bei 70 bis 80 kg bewegen, kann aber im Großbetriebe bis auf 50 kg sinken.

Solche Verhältniszahlen in Geldwert anzugeben ist unmöglich, da ja die einzelnen Fabriken je nach ihrer geographischen Lage billiges gutes oder teueres schlechtes Kohlenmaterial haben können und verarbeiten müssen. Die Fabrik wird hier gut daran tun, die Kohlen nicht nach dem Preise, sondern nach der Leistung im Kessel zu kaufen und nach ihr die Preise zu vergleichen. Wo eine Fabrik gute Braunkohlen billig aus nächster Nähe beziehen kann, wird sie, wenn die Anlage des Rostes und der Feuerung für Braunkohlen berechnet ist, auch ganz gut und billig mit diesem Heizmaterial von 4000 bis 5500 Kalorien arbeiten. Die Hauptsache ist nur, daß der Kessel von vornherein für ein bestimmtes Heizmaterial zu bestellen ist; die Rostfläche wird um so kleiner, je heizkräftiger das Brennmaterial ist, sie muß also für Braunkohlen größer als für Ruhrkohlen sein. Ebenso spielt hier die Höhe und lichte Weite des Kamins mit herein, bei dessen Anlage fast immer die Sünde des Zukleinbestellens begangen wird; und doch hört die größte Heizungskunst auf, wo nicht ein richtiger Kamin, also nicht der genügende Luftzug zur Verfügung steht, der auch für die maximale Belastung des Kessels genügen muß. Sein Abschluß zum Zug der Heizgase des Kessels und der Feuerung geschieht mit einem eisernen Schieber, der von der Vorderseite des Kessels aus bedient werden kann und gut schließen soll. Mag also auch das zu kleine Kamin den Mindestbedarf an Dampf bei normalem Betrieb des Kessels ermöglichen, so wird die richtige Verbrennung der Kohle bei maxi-

malem Dampfverbrauch unmöglich, da der Luftüberschuß, der genügende Zug, fehlt. Natürlich hängt die Kaminhöhe auch von der Art des Brennmaterials ab und muß bei Braunkohle entsprechend größer gewählt werden. Ein Dampfkessel von 120 qm Heizfläche sollte bei Verarbeitung von guter Kohle einen Kamin von 40 m Höhe und von 1 m oberer lichter Weite haben, um dem Heizer für alle Fälle die Erzielung des gewünschten Luftzuges zu ermöglichen.

Was nun die Art des Brennmaterials anlangt, so ist das mehr Rechnungssache; sie muß aber ausschlaggebend auf den Bau des Kessels sein, dessen Feuerungsverhältnisse dafür bestimmt werden.

Es ist deshalb dringend nötig, daß der Kessellieferant genau erfährt, für welches Heizmaterial er die Feuerung einzurichten hat. Es kommt hier nicht in Frage, ob das Heizmaterial billiger als anderes ist, sondern ob seine Leistung im Kessel einen billigen Gestehungspreis seiner Kalorien ergibt.

Für eine in einem Kohlenbezirk gelegene Hefenfabrik wird natürlich die nächste Kohle genommen und der Kessel mit seiner Feuerung auf ihren Heizwert eingerichtet. Liegt eine Fabrik weit ab vom Kohlengebiet und hat ziemlich große Frachtunkosten auf ihre Kohlen, dann ist die beste Kohle die billigste, weil mit ihr bei gleicher Fracht mehr Heizwert bezogen wird, die Fracht sich also sehr günstig verteilt und auch im Kessel sehr zweckmäßige Arbeit möglich ist.

Was die Feuerungsanlage anlangt, so sind für die Cornwallkessel, deren Flammrohre übrigens durch Röhren miteinander verbunden werden können, wodurch ein erhöhter Nutzeffekt entsteht (Gallowayrohre), am besten die Planrostfeuerungen, die im Flammrohr eingebaut, leicht zu übersehen und zu bedienen sind. Schräg- und Treppenroste sind zwar auch anzubringen, sind aber aus verschiedenen Gründen nicht vorteilhaft, weil sie doch zum mindesten Kohlenverluste verursachen können, wenn das Heizmaterial auf der schrägen Fläche verbrennen soll. Automatische Feuerungen, so tadellos manche davon auch wirken, sind für den wechselnden Betrieb bei uns wenig empfehlenswert. Meist sind sie mit Stufenscheiben ausgerüstet, so daß je nach der Größe des Dampfbedarfs mehr Kohle eingestreut werden kann; aber trotzdem gelingt es nicht, den Anforderungen der Preßhefenfabrikation an Dampf gerecht zu werden. Dagegen ist eine maschinelle Kohlenförderung sehr zu empfehlen, womöglich mit Einschaltung einer automatischen Wage, so daß man den Kohlenbedarf der Kesselanlage genau kennt, was ja beim Kleinbetrieb einfacher kontrolliert werden kann. Die Art der Feuerungsanlage und des Feuerns, der Arbeit des Heizers bestimmen die Ausnutzung der verwendeten Kohle. Die einfachste Kontrolle hierfür ist die Untersuchung der Rauchgase, wie sie hinter dem Schieber zum Kamin entweichen. Der Kohlensäuregehalt der Rauchgase gibt direkt die Güte der Feuerungsarbeit an. Theoretisch müßte er, wenn aller Kohlenstoff mit dem Sauerstoff sich zu Kohlensäure verbinden würde, ungeachtet des zur Wasserbildung nötigen Sauerstoffs etwa 21 Proz. betragen. Praktisch muß aber mit einem Luftüberschuß gearbeitet werden, so daß ein Kohlensäuregehalt der Rauchgase von 18 Proz. einen vorzüglichen, ein solcher von 15 Proz. einen guten Betrieb bedeuten muß; wenn geringere Kohlensäuremengen in den Rauchgasen gefunden werden, so weist das direkt auf fehlerhafte Arbeit des Heizers oder des Kessels hin.

Wichtig für eine gute Arbeitsleistung ist auch die Speisung des Kessels, bei der nicht nur ihre Art, sondern auch die Beschaffenheit und Temperatur des Speisewassers eine Rolle spielt. Welche Ansprüche an ein Kesselspeisewasser zu stellen sind, ist ja ziemlich allgemein bekannt. Je weicher es ist, je weniger es Kalk- und Magnesiasalze enthält, desto besser, desto geringer werden die Abscheidungen im Kessel, desto unwesentlicher wird die Kesselsteinbildung mit ihren Folgen. Wo hartes Wasser mit reichlichem Gehalt an Gips vorliegt, ist eine Reinigung zu empfehlen, aber nicht in der verwerflichen Weise, indem man das Wasser in dem Kessel mit den Zusätzen versieht. Als Reinigung kann nur eine solche in Frage kommen, die nicht bloß die Kesselsteinbildner ausscheidet, sondern auch ganz entfernt, so daß nur das klare gereinigte Wasser gespeist wird. Die Speisewasserreinigung ist heute ein Spezialgebiet der Technik; beansprucht doch das Wasser je nach seiner Zusammensetzung ganz andere Zusätze, die nur auf Grund langer Erfahrung und genauer Analyse des Wassers festzustellen sind. Der Verfasser hat selbst darin längere Zeit gearbeitet und kennt das aus eigener Erfahrung. In den Fachzeitungen empfehlen sich zur Lieferung von Wasserreinigungsanlagen eine Anzahl von Firmen, die darin Vorzügliches leisten. Ein neuerdings bekannt gewordener Kesselsteinabscheider „Vapor“, der Kesselsparschoner der Firma Chr. Hülsmeyer in Düsseldorf, ist sehr einfach und wirksam und leicht in jedem Kessel anzubringen. Seine Wirkung beruht auf der Tatsache, daß bei 165 bis 170° sich die Kesselsteinbildner ohne irgend welche Zusätze abscheiden. Der Apparat wirkt also nur bei einem Kesseldruck von 6 Atm. und darüber. Die den Kesselstein bildenden Salze scheiden sich auf ihm in zerreiblichen Brocken ab, fallen aber meist im Kessel zu Boden und bilden einen Schlamm, der täglich ein- bis zweimal durch ein nur sehr kurzes Öffnen des Wasserauslaufs am Kessel durch den Kesseldruck herausgejagt wird.

Was die Temperatur des Speisewassers anlangt, so ist es natürlich für die Dampfbildung um so günstiger, je heißer das Wasser dem Kessel zugeführt wird. Da nun aber sowohl der Wasserinjektor als auch die Wasserpumpen Flüssigkeiten, die heißer als 70 bis 75° sind, nicht mehr gut oder überhaupt nicht mehr befördern, so ist hier eine Grenze gezogen. Es werden auch neuerdings Injektoren angeboten, die Wasser von 100° befördern sollen. Meist kommt in Hefenfabriken als Speisewasser das etwa 70° heiße Kondensatorwasser in Betracht, das also gerade noch durch die üblichen Apparate gespeist wird. Für die Kesselspeisung müssen zwei Apparate vorhanden und jeder davon groß genug sein, um den Maximalwasserbedarf des Kessels leicht zu bewältigen. Der eine ist gesetzlich als Reserveapparat vorgeschrieben und täglich auf seine Leistung zu prüfen. Da die Injektoren gegen heißes Wasser empfindlicher als Pumpen sind, empfiehlt es sich, für gewöhnlich eine solche, und als Reserve einen Injektor zu halten. Wo im Betriebe viel Kondenswasser vorhanden ist, lohnt sich durchaus die Aufstellung eines automatischen Rückleiters zum Kessel. Dieser Apparat (einen sehr brauchbaren liefert z. B. die Firma Schiff und Stern in Leipzig) wird 2 bis $2^1/_2$ m über dem niedrigsten Wasserstand des Kessels auf diesem aufgestellt und drückt selbsttätig das ihm zugeleitete Kondenswasser des ganzen Betriebes mit 100 bis 105° in den Kessel zurück, führt also dem Kessel destilliertes, heißes Wasser zu. Kurz bemerkt sei noch, daß zweckmäßigerweise der Kessel fortlaufend der Dampfentnahme entsprechend gespeist wird, so daß eine

stets gleich große Menge Wasser im Kessel kocht und Dampf bildet. Ganz unrichtig ist es, längere Zeit zu warten und dann wieder zu speisen, weil dann stets durch die plötzliche Einführung großer Mengen Speisewasser von 70 bis 100° eine Druckerniedrigung im Kessel eintritt.

Auf dem Kessel wird zweckmäßigerweise ein Verteiler angebracht, von dem aus die einzelnen Stockwerke, Apparate möglichst unabhängig voneinander bedient werden können. Je weniger Apparate verschiedenen Zweckes an einer Leitung hängen, desto zweckmäßiger und sicherer ist der Betrieb. Der auf den Kessel aufgesetzte Dampfdom entsendet dann den noch etwas feuchten Dampf zu dem Dampfverteiler, der genügend groß sein muß, damit sich in ihm das mitgerissene Wasser aus dem Dampf abscheiden kann. Durch einen Kondenstopf wird dieses zugleich mit dem etwa vorhandenen Kondensat entweder dem Speisewasser oder dem Rückleiter zugeführt. Vom Verteiler selbst tritt so nur trockener Dampf in die Leitungen über.

Die Hauptdampfleitungen müssen wie alle Leitungen so gewählt werden, daß ihr Querschnitt etwas größer ist als die Summe der Querschnitte der Abnahmeleitungen. Im übrigen sind alle freiliegenden Teile des Kessels, soweit das praktisch möglich ist, zu isolieren; desgleichen z. B. der Dampfdom, der Dampfverteiler und die Dampfleitungen jeder Art. Am besten und einfachsten geschieht die Isolierung mit der Kieselgurmasse, die leicht auszuführen und auszubessern ist, doch stehen viele Arten der Isolierung zur Verfügung, unter denen gewählt werden kann. Die Hauptsache ist sachgemäße Arbeit, wozu gehört, daß in der Nähe der Flanschen, wo zwei Rohre zusammengeschraubt sind, die Isolierung so aufgetragen wird, daß die Schrauben der Flanschen, ohne die Isolierung zu beschädigen, herausgenommen werden können. Als Dichtung für Dampfleitungen genügen unter 6 Atm. Druck einfache Gummidichtungen mit Drahteinlage; bei höherem Kesseldruck empfehlen sich Asbestpräparate, wie sie unter verschiedener Bezeichnung für diesen Zweck zu haben sind.

Was nun zum Schlusse die Kriterien anlangt, nach denen das Brennmaterial gekauft werden soll, so dürfte es sich empfehlen, nachdem man sich zu einer Sorte aus Gründen der Bequemlichkeit des Bezuges oder des hohen Heizwertes entschlossen und die Feuerung dafür vorgesehen hat, von dem Brennmaterial eine größere Probe zur Analyse an ein Untersuchungsamt zu senden. Während früher der Heizwert aus der Elementaranalyse nach dem gefundenen Gehalt an Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel und dem Wassergehalt und daraus nach der Dulongschen Formel mit ihrer Abänderung durch die Revisions- und Ingenieurvereine berechnet wurde, benutzt man dazu heute die Kalorimeterbombe, in der eine kleine Menge der Kohle im Sauerstoffstrome verbrannt wird. Die Bombe selbst ist in einer bestimmten, gut isolierten Wassermenge eingesetzt, die die entwickelte Wärme aufnimmt. Diese selbst wird als Temperaturerhöhung an einem Thermometer abgelesen, dessen einzelne Grade in $^1/_{100}$ geteilt sind. Meist stimmen die Werte der Formel und der kalorimetrischen Bombe gut überein, doch wird stets das Ergebnis der kalorimetrischen Bestimmung als richtiger natürlich angenommen.

So ergibt Torf in bester bis schlechter Qualität bei 11 bis 40 Proz. Wassergehalt einen Heizwert von 4000 bis 2300 Kalorien, Böhmische Braun-

kohle bei 15 bis 30 Proz. Wasser einen solchen von 4000 bis 5500 Kalorien. Einen ähnlichen Heizwert haben Braunkohlenbriketts bei 8 bis 16 Proz. Wassergehalt. Bei den Steinkohlen schwankt der Wassergehalt von 9 bis 1,65 Proz. und der Heizwert von 6100 bis 7500 Kalorien. Die höchsten Heizwerte haben die englischen mit 7200 und die rheinisch-westfälischen Kohlen mit 7550 Kalorien.

Die für uns in Frage kommenden Flammrohrkessel sollen nun stündlich, bei 200 Liter Wasserfüllung pro 1 qm Heizfläche, unter der Verheizung von Steinkohlen 18, von Braunkohlen 14 und von Torf und Holz etwa 12 kg Dampf als Höchstleistung erzeugen; danach wäre also auch die Kesselgröße zu bestimmen.

Sehr wichtig und einfach ist die Feststellung, wieviel Wasser mit einem bestimmten Gewicht der Kohle verdampft wurde. Daß der Kohlenverbrauch zu kontrollieren ist, wurde bereits gesagt. Zweckmäßig setzt man nun in die Speisewasserleitung einen Wassermesser ein (wie ihn z. B. sehr gut die Firma J. C. Eckardt, Stuttgart-Cannstatt liefert), der genau anzeigt, wieviel Wasser in einem bestimmten Zeitraum dem Kessel zugeführt und demnach in Dampf übergeführt wird. Da 1 kg Wasser zur Überführung in Dampf von 100° etwa 636 Kalorien braucht, Steinkohle 7200 bis 7500 Kalorien entwickeln kann, so wäre theoretisch eine 12fache Verdampfung möglich. In der Praxis werden natürlich aus naheliegenden Gründen viel niederere Zahlen erhalten, weshalb eine Verdampfung des neunfachen Gewichts der Kohle an Wasser als eine sehr gute Leistung des Kessels bezeichnet wird. Auf diese Weise läßt sich mit der Kontrolle des Kohlen- und Speisewasserverbrauchs eine scharfe Beurteilung der Kesselanlage durchführen. Für geringwertigere Brennstoffe liegt natürlich die Verdampfungszahl entsprechend niederer und würde bei sehr guter Arbeit mit bester Braunkohle das sechsfache der Kohle betragen.

Sind einerseits die Weite und Höhe des Schornsteins, die Weite der Spalten des Rostes, die Breite der Roststäbe und die Größe der Rostfläche gegeben, so sind andererseits die Höhe der Brennschicht und die Stellung des Schiebers, d. h. die Regelung der Luftzufuhr verstellbar. Unter diesem Gesichtspunkte muß die Kunst des Heizers dem Kessel die bestmögliche Leistung abzuringen suchen. Ungefähr kann die nötige Rostfläche für ein bestimmtes Brennmaterial berechnet werden, indem man den stündlichen Dampfverbrauch bei Steinkohlen mit 9, bei Braunkohlen, Torf usw. mit 10 vervielfacht und durch den Heizwert der Kohle teilt.

b) Die Dampfmaschine und die Transmissionen.

Was die Art anlangt, in der der Dampf für den Betrieb maschinell verwertet wird, so kommt für die Mehrzahl der Betriebe nur die Dampfmaschine in Betracht, die heute so vollkommen gebaut wird, daß auch die beste Turbine sie nicht überflügeln kann. Letztere mit ihrer hohen Umdrehungszahl kommt eigentlich nur da in Frage, wo diese, wie z. B. zum Antrieb von Dynamos, möglichst direkt ausgenutzt werden kann, und zwar, ohne daß die Tourenzahl durch Übersetzung verringert und ein Kraftverlust verursacht wird. Die Turbinen brauchen bei gleicher Leistung weniger Platz und vermeiden die Umsetzung der geradlinigen Bewegung des Kolbens in eine drehende. Doch

haben die Dampfturbinen bis jetzt nicht die erwarteten Hoffnungen gezeitigt. Die Dampfmaschine ist bis jetzt infolge ihrer steten Verbesserungen ziemlich die Siegerin geblieben. Andere Motoren kommen für uns nicht in Betracht, da wir zum Kochen Dampf, also doch den Dampfkessel benötigen, und der Maschinenabdampf zum Abtriebe des Brennapparates sehr vorteilhaft benutzt wird.

Wo eine genügende, billige Wasserkraft auch in der Zeit des niedersten Wasserstandes vorhanden ist, ist die Dampfmaschine, soweit sie nicht als Reserve für den Fall einer Betriebsstörung an der Wasserturbine dienen muß, entbehrlich. Die Brennerei arbeitet eben dann mit direktem Dampf.

Von den 663 W.-E. (Wärmeeinheiten = Kalorien), die bei 10 Atm. Betriebsdruck in die Maschine gelangen, gehen etwa 638 W.-E. mit dem Abdampf wieder fort, um dem Brennapparat, Trockenapparat oder sonst wo als Wärmezufuhr zu dienen; der Abdampf verläßt die Maschine meist mit 0,2 Atm. Überdruck und hat demnach noch etwa 638 W.-E. zur Verfügung. Der Dampfverbrauch der Maschine ist natürlich je nach ihrer Bauart eine veränderliche Größe. Bei den alten Dampfmaschinen trat der Dampf so lange ein, bis der Kolben den Weg durch den Zylinder zurückgelegt hatte. Heute arbeiten die Maschinen mit Expansion; man läßt den Dampf nur so lange hinter dem Kolben eintreten, daß nach seiner Absperrung sein Bestreben sich auf den gewöhnlichen Druck zu entlasten, sich also auf das Volumen bei 102° etwa auszudehnen, genügt, um den Kolben bis an das Ende des Zylinders zu treiben.

Damit haben wir nun gleich einen Anhaltspunkt für die richtige Wahl der Leistung der Maschine. Den Weg des Kolbens, den er unter Kesseldruck zurücklegt, nennt man die „Füllung", den Rest des Weges nach Abschluß des Dampfes die „Expansion". Die Füllung einer Dampfmaschine darf bei ihrer Höchstbelastung nie mehr als $^1/_3$ betragen, der Kolben muß also $^2/_3$ der Zylinderlänge in Expansion zurücklegen. Bezeichnen wir bei der Füllung 1 (wie bei den ganz alten Maschinen) die Wärmeausnutzung des Dampfes mit 1, so steigt diese mit sinkender Füllung und beträgt:

bei Füllung 1 . . .	= 1,00	bei Füllung 0,20 . . .	= 2,60
„ „ 0,5 . . .	= 1,69	„ „ 0,15 . . .	= 2,92
„ „ 0,33 . . .	= 2,10	„ „ 0,10 . . .	= 3,30
„ „ 0,25 . . .	= 2,38		

Man sieht, daß bei einer richtig gewählten Dampfmaschine für die Höchstleistung tatsächlich $^1/_3$-Füllung die erlaubte Grenze bildet, die aber besser noch bei 0,25 bis 0,20 liegen kann, in welchem Fall die Maschine bei normaler Arbeit die beste Dampfausnutzung ergibt. Die Expansion des Dampfes wird durch einen zweiten Schieber reguliert, der auf dem Grundschieber läuft. Dieser besorgt nur den Schluß und die Öffnung des Dampfes vor und hinter dem Kolben, der Expansionsschieber den Grad der Füllung. Man baut heute noch sehr große Dampfmaschinen mit Schiebersteuerung und wählt nur von den größeren Leistungen an Ventilsteuerung, die wohl empfindlicher, aber auch umständlicher ist.

Der Dampfverbrauch einer Maschine ist um so besser, je höher der Kesseldruck ist, weil dadurch bei gleicher Zylinder- und Kolbengröße eine ungleich größere Kraft ausgelöst wird. Der mit dem steigenden Kesseldruck sinkende Dampfverbrauch ergibt sich aus nachfolgender Aufstellung:

Zylinderdurchmesser mm	Dampfdruck am Schieberkasten in Atmosphären				
	4	5	6	7	8
	Dampfverbrauch in kg für eine indizierte Pferdekraft und Stunde				
200—290	19	18	17	16	14,5
300—390	18	17	16	15	13,5

Wir sehen, daß auch der Kolbendurchmesser eine Rolle spielt. Die Leistung einer Dampfmaschine richtet sich also nach der Länge des Zylinders (dem Hub des Kolbens) und dem Durchmesser des Zylinders (des Kolbens), so daß bei einem Kauf weniger die Leistung, als diese beiden Größen neben dem Gewicht der Maschine zu berücksichtigen sind. Die Leistung einer Dampfmaschine kann mit dem Indikator durch Ingenieure jederzeit festgestellt und berechnet werden, gibt aber nur die im Dampfzylinder auf den Kolben wirkende Kraft an, die auf die Schwungradwelle übertragen wird. Diese selbst gibt die Kraft nur mit einem Verlust weiter, der zwischen 10 bis 20 Proz. beträgt und den Kraftverbrauch der Maschine zu ihrem Leerlauf darstellt. Der Indikator gibt die theoretische Leistung an, die „indizierten" Pferdekräfte; die „effektiven" Pferdekräfte werden besonders für jede Maschine festgestellt und angegeben. Das Verhältnis beider Angaben stellt den „Wirkungsgrad" der Maschine dar. Der Leerlaufkraftverbrauch wächst nicht mit der Belastung, sondern bleibt ziemlich gleich, so daß eine vollbelastete, genügend große Maschine bei etwa 0,20 bis 0,25 Füllung natürlich vorteilhafter arbeitet. Genau so ist es mit der Größe der Maschine, mit der der Leerlaufverbrauch nicht proportional wächst. Die größten Dampfmaschinen brauchen hierzu die kleinsten Kraftmengen, also gegen 15 bis 10 Proz. der indizierten Kraft; der Wirkungsgrad ist dann 0,85 bis 0,90. Will man die Leistung einer Maschine berechnen, so benötigt man folgende Zahlen: den Kolbendurchmesser (d), den Kolbenhub (h), die Anzahl der Umdrehungen pro Minute (n), den Überdruck im Kessel und den Füllungsgrad, d. h. für diese beiden den mittleren Druck (m), der vom Eintritt des Dampfes an bis zur Vollendung der Expansion auf den Kolben wirkt. Die Formel lautet dann ($\pi = 3{,}14$):

$$\frac{d^2 . \pi}{4} \cdot \frac{2 . h . n}{60 . 75} \cdot m = \text{Leistung der Maschine in Pferdekräften.}$$

In der nachfolgenden Tabelle ist nun angenommen, daß der Kesseldruck bis zur Maschine 0,5 Atm. verliert, was nur bei langer Leitung zutrifft.

Überdruck im Kessel in Atmosphären	Füllungsgrad			
	0,20	0,25	0,30	
4,0	1,176	1,477	1,741	Wirksamer mittlerer Überdruck in Atmosphären
4,5	1,435	1,769	2,063	
5,0	1,694	2,061	2,385	
5,5	1,952	2,353	2,705	
6,0	2,210	2,645	3,025	
6,5	2,469	2,937	3,348	
7,0	2,719	3,229	3,700	
7,5	2,986	3,520	3,990	

Wir begreifen nun, welchen bedeutenden Einfluß der Kesseldruck auf die Leistung ausübt, da bei gleicher Füllung außerordentlich verschiedene Drucke auf den Kolben einwirken. Man kann aber natürlich nicht ohne weiteres den Kessel höher treiben, als mit dem Druck, für den er bestimmt und gebaut ist; ebenso aber sind die Dampfmaschinen nur für bestimmte Drucke berechnet. Bei Neuanschaffungen jedoch kann man sich des erörterten Vorteils bedienen.

Es ist nun mit Erfolg dahin gearbeitet worden, den Dampf von dem mitgerissenen Wasser, das einen großen Teil der Schuld an den Verlusten der Kesselspannung in den Leitungen trägt, die um so größer sind, je mehr der Kesseldruck sinkt und damit das Bestreben des Dampfes zu kondensieren wächst, möglichst oder ganz zu befreien, in dem man ihn überhitzt, ehe er zur Leitung gelangt. Dies geschieht, indem man den Kesseldampf durch ein Rohrsystem leitet, das von den Heizgasen umspült wird, die etwa 270 bis 300° heiß das mitgerissene Wasser verdampfen und so den Dampfdruckverlust bei gleichzeitiger Vermehrung des Dampfes vermindern. Aber so großartig diese Überhitzer sich für den reinen Maschinenbetrieb bewähren, so wenig sind sie dort am Platze, wo die Hauptmenge des Dampfes zum Kochen verwendet, also doch kondensiert wird und wo außerdem gut isolierte, nicht zu lange Leitungen vorliegen.

Im übrigen sei stets zu einer liegenden Dampfmaschine mit geringer Tourenzahl geraten, die groß genug ist, damit sie bei ihrer Maximalbelastung noch mit etwa 0,25 Füllung arbeiten kann.

Was nun die übrigen Maschinen, wie Wasserpumpen usw. anlangt, so sei bemerkt, daß auch hier die richtige Größe gewählt werden muß, die eben für den Maximalbedarf noch genügend Wasser liefert, eine Forderung, die nicht überall erfüllt ist und deren Erledigung leider dem wachsenden Betriebe meistens nachhinkt. In Betracht kommen einfach oder doppelt wirkende Kolbenpumpen mit Transmissions- oder Dampfantrieb. Da die Wasserfrage für jede Hefenfabrik Lebensfrage ist — in bezug auf Qualität und Quantität des Wassers —, so muß dafür gesorgt werden, daß eine Reservemaschine vorhanden ist. Und zwar wählt man am besten die eine Pumpe für Transmissions-, die andere für Dampfbetrieb, so daß bei einer Störung der Dampfmaschine stets der Kesseldampf zum Betriebe der anderen benutzt werden kann. Gerade bei der Beschaffung von Reservemaschinen sollte hierauf Rücksicht genommen werden, weil dadurch der Betrieb immer mehr gesichert wird. Im übrigen ist es gut, sich bei Bedarf an Spezialfabriken zu wenden, die heute Großes in Pumpen aller Art und für alle Zwecke leisten. Was die Größe des Wasserbedarfs anlangt, so soll die Wasseranlage mindestens das 100fache der Einmaischung etwa pro Tag zu leisten vermögen, um die ganze Fabrikation einschließlich Mälzerei mit Wasser genügend zu versorgen.

Was nun zum Schluß die Triebwerksteile anlangt, so sei bemerkt, daß für Neuanlagen oder Neuanschaffungen als Lager nur noch Ringschmierlager und als Antriebsmittel zweiteilige Riemenscheiben in Betracht kommen dürfen. Die Ringschmierlager, die in vollendetster Form zuerst von der Bamag-Gesellschaft in Dessau hergestellt werden, sind für die Reinlichkeit unseres Betriebes wie geschaffen. Es gibt keine tropfenden Lager mehr, das Öl kann zwei bis drei Jahre bei geeigneter Befüllung im Lager verbleiben, was eine große Ölersparnis bedeutet. Außerdem wird die Welle bestens durch die Ringe mit Öl versorgt. Auch in Konsolen und Hängelagern leistet die

Bamag-Gesellschaft sehr Gutes und Schönes, ohne damit anderen Spezialfabriken für Transmissionsbau nahetreten zu wollen. Die zweiteiligen Riemenscheiben haben den großen Vorteil, daß sie jederzeit, ohne die Transmission auseinandernehmen zu müssen, abgenommen werden können. Die eigentlichen Antriebsscheiben wähle man ballig abgedreht, und die Leerlaufscheiben gerade abgedreht mit etwas geringerem Durchmesser, so daß der unbeanspruchte Riemen stets entlastet ist. Die Kupplungen zwischen den Wellenstücken wähle man so, daß sie keine vorstehenden Schraubenteile haben, also mit versenkten Schrauben oder mit einer Schützhülse aus Stahlblech versehen sind. Wo irgend angängig, setzt man in die Haupttransmissionen Kupplungen ein, die gestatten, während des Betriebes unbenutzte Teile der Transmission auszurücken, so daß auch an dem Kraftbedarf für den Leerlauf der Transmission gespart werden kann, der bei bester Lagerung beträchtlich ist. Für trockene, auch warme Räume eignen sich als Triebmittel gute Lederriemen, die aber, wo immer es angeht, mit den beiden Enden sauber zusammengeleimt seien. Wo das nicht möglich ist, wähle man, da die Riemen sich ja lange dehnen, für ziemlich breite Riemen das Zusammennähen mit Nähriemen, für Breiten von 150 mm an abwärts kleine eiserne Verbinder. Der zusammengenähte oder geleimte Riemen soll nicht gegen den Stoß laufen. Das Beschmieren der Riemen mit Kolophonium und ähnlicher Ware ist verwerflich. Man kürzt gelegentlich den zu langen Riemen und nimmt ihn alle Jahr einmal ab, reinigt ihn gründlich und fettet ihn mit Fischtran oder Talg ein. Er läuft dann 15 bis 20 Jahre in gutem Zustande. Riemen von mehr als 150 mm Breite dürfen auch bereits zusammengemacht nicht auf die Scheiben aufgedreht werden, sondern sind mit dem Riemenspanner genügend straff über die Scheiben zu ziehen und dann erst zusammenzunähen. Baumwoll- oder Kamelhaarriemen sind für feuchte Räume sehr gut, vertragen aber nicht das Laufen in der Riemengabel. Zahnräder und Seilscheiben sollen, wo es irgend möglich ist, vermieden werden; sie bedeuten großen Kraftverlust gegenüber der Riemenübertragung, und speziell die Kraftübertragungen mittels Zahnrädern verursachen viel Sorge und Störung. Man ist ja auch vom Seil bei den großen Dampfmaschinen wieder abgekommen, da es einen Teil seiner größeren Friktion durch die größere Kraft wieder ausgleicht, die nötig ist, das Seil aus den Rillen zu heben, besonders wenn die Seile eingelaufen und gestreckt sind. Man wähle also, wenn die Möglichkeit gegeben ist, die Übertragung von Kraft durch Riemen, die nur breit genug gewählt werden müssen.

Sehr empfehlen möchte der Verfasser die Montierung der Ein- und Ausrückvorrichtungen, der Riemengabeln, auf einer Spindel, so daß der betreffende Apparat nur langsam in oder außer Tätigkeit gesetzt werden kann. Manche Beschädigung der Riemen und der Antriebsteile wird dadurch vermieden. Aus ähnlichem Grunde hat der Verfasser die Wasserhähne gerne durch Ventile ersetzt, um das für die Leitungen und die betreffenden Apparate so schädliche schnelle Öffnen und Schließen zu verhindern.

V. Einige Pläne von Presshefenfabriken.

Wenn am Schlusse des Werkes der Verfasser einige Pläne von Hefenfabriken für das alte und das neue Verfahren bringt, so tut er es natürlich nicht, um dieselben als Muster oder gar als Schablone hinzustellen; denn das

ist gar nicht möglich in einem Falle, da Ingenieur und Architekt, allen möglichen Verhältnissen Rechnung tragend, darauf angewiesen sind, auf einem gegebenen Platz eine Anlage so zweckmäßig als möglich aufzustellen und aufzubauen, also jeweils die Anordnung des Ganzen der Örtlichkeit anzupassen. Es werden ja nicht immer Neubauten aufgeführt und selbst in diesem Fall sind oft dem Können und Wollen des Erbauers Grenzen gezogen. Solche Pläne machen den Fabrikanten viel Kopfzerbrechen, wofür, wenn der Auftrag, die Ausführung, dem Urheber eines anderen Projekts zufällt, nicht einmal eine kleine Gegenleistung vorhanden ist. Aber die angefügten Pläne können sehr wohl dem Leser oder Interessenten zeigen, wie man heute die Sache gegebenenfalls anfaßt, um eine Hefenfabrik nach einem der beiden Verfahren zweckmäßig anzuordnen, und was alles zur Vervollständigung einer Anlage in Frage kommen kann. Eine nähere Beschreibung der Pläne ist unnötig wegen der auf ihnen angebrachten Bezeichnungen.

Fig. 249 stellt eine Anlage für das alte Verfahren dar (Golzern-Grimma).

Fig. 250 gewährt ebenfalls einen genauen Einblick in die Einrichtung und Anordnung einer Fabrik für das alte Wiener Verfahren (Bohm).

Fig. 251 zeigt uns den Aufbau einer modernen Fabrik für das neue sogenannte Lüftungsverfahren (Bohm).

Fig. 252 bis 255 bieten uns Gelegenheit, die Anlage einer neu zu erbauenden Fabrik für das Lüftungsverfahren kennen zu lernen. Das Projekt stammt von der Firma Strauch u. Schmidt, Neiße O.-S. Die Bedeutung der in kleinen Kreisen eingezeichneten Nummern ist aus der Zusammenstellung neben Fig. 255 zu ersehen.

Man sieht, wie überall auf gut belichtete und zu lüftende Räume hingearbeitet wird. Indem man die Apparate, die miteinander zusammenhängen und den aufeinander folgenden Operationen der Fabrikation dienen, übereinander anordnet, vermeidet man nicht nur die sonst nötigen Pumpen und langen Leitungen, sondern auch die damit verbundenen Gefahren der Infektion. Während man früher so wenig auf gut beleuchtete und gelüftete Räume sah, tut man heute darin sein bestes in der richtigen Erkenntnis, daß in erster Reihe der Reinlichkeit gedient ist, wenn dunkele, unübersichtliche Ecken vermieden und dem prüfenden Auge des Leiters nur leicht zu beobachtende, belichtete Räume und Einrichtungen geboten werden.

Der Arbeiter selbst fühlt sich im hellen Raum mehr veranlaßt, Reinlichkeit zu pflegen und nicht bloß die Geräte und Apparate, sondern auch die Wände, Decken und Böden sauber zu halten. So wird dem obersten Gesetz der Gärungsindustrie immer mehr Rechnung getragen. Unterstützt wird das alles noch durch die oben erwähnte Anordnung der Apparate, die jede unnötige Leitung und Pumpe vermeidet und damit die Möglichkeit von Infektionen sehr herabmindert. Nicht unterlassen möchte der Verfasser, von der Verwendung von Asphalt zu den Fabrikböden abzuraten; es können da nur Plattenböden und Betonböden in Betracht kommen.

VI. Zusammenstellung

der seit 1877

im Bereiche der Preßhefenfabrikation genommenen Patente.

Nr.	Patentanspruch	Datum der Anmeldung	Name des Anmelders	Bemerkung
1627	Verwendung von Kochsalz zur Scheidung des Klebers von Stärkemehl bei Getreide und ein darauf basiertes Verfahren zur Preßhefengewinnung	vom 17. Juli 1877	Josef Freiherr von Hirsch in München	erloschen.
325	Gärmittel für die Hefenfabrikation	vom 24. Juli 1877	Heinrich Hagemann u. Herm. Witter in Bochim	„
5073	Verfahren zum Importtreiben mit Hefe in Maischen behufs Gewinnung derselben	vom 1. August 1878	W. Sennecke in Berlin	„
6622	Verfahren zur Hefenbereitung	v. 14. Februar 1879	Friedrich Wilhelm Marquardt aus Hannover, z. Zt. Hofhegnenberg bei Augsburg	„
9534	Verfahren der Hefenbereitung	v. 19. Septbr. 1879	Zusatz zu Nr. 6622 vom 4. Februar 1879	„
10135	Verfahren zur Preßhefenerzeugung ohne Alkoholgärung und ohne Erzeugung von Nebenprodukten	v. 12. Oktober 1879	Dr. Jacques Rainer, Wien 7	„
16078	Verfahren zur Bereitung von Preßhefe und Spiritus von ungeschrotenen Cerealien ohne Anwendung von Dampfdruck	vom 15. März 1881	Ferdinand Schuster in Prieborn	„
17621	Verfahren, Preßhefe aus Kartoffeln herzustellen	v. 19. August 1881	Ferdinand Schuster in Prieborn (Reg.-Bez. Breslau)	„
18569	Preßhefengewinnung nicht aus gedämpften Kartoffeln, sondern aus Kartoffeln im rohen Zustande gerieben	vom 26. Novbr. 1881	Julius Wehmer in Hankensbüttel	„
18575	Einmaischverfahren zur Fabrikation von Preßhefe aus Kartoffeln und Mais	vom 9. Dezbr. 1881	Friedrich Burow in Preetz	„

Nr.	Patentanspruch	Datum der Anmeldung	Name des Anmelders	Bemerkung
23329	Verfahren zur Gewinnung von Hefe mit Benutzung von Melasse und mit Säuren aufgeschlossener Kornmaische	vom 28. Oktbr. 1882	Gustave Claudon et Charles Vigreux in Paris	erloschen.
39144	Verfahren zur Benutzung des Kartoffelfruchtwassers von der Stärkefabrikation zur Herstellung von Preßhefe	v. 24. August 1886	Firma B. Fricker in Magdeburg	„
55921	Verfahren zur Herstellung von Preßhefe	vom 8. März 1890	Société Générale de Maltose in Brüssel; zweiten Zusatz zum D. R. P. 49141, Klasse 89 vom 18. Dezember 1888	„
61328	Verfahren zur Erzeugung von Preßhefe aus Würze unter Anwendung von Lüftung	v. 11. Februar 1891	Akos von Sigmond in Klausenburg (Siebenbürgen)	„
62491	Verfahren zum Bleichen und Geruchlosmachen von Maischen oder Würzen der Preßhefen- und Spiritusfabrikation	vom 23. Juli 1891	Dr. G. Franke, Berlin und O. E. Nycander in Hamburg-Eilbeck	„
64354	Verfahren zur Herstellung stickstoffreicher Extrakte für die Hefen- und Spiritusfabrikation	vom 7. Novbr. 1891	O. E. Nycander und Dr. G. Franke, Berlin	„
67998	Verfahren zur Bereitung von Preßhefengut aus Melassen u. dgl.	vom 18. Juni 1892	Dr. Gerhard Franke und Oscar Emil Nycander in Berlin	„
70802	Verfahren zur Bereitung von Preßhefengut aus Melassen u. dgl.	vom 10. Dezbr. 1892	Dr. Gerhard Franke und Oscar Emil Nycander, Berlin; Zusatz zum D. R. P. Nr. 67998 v. 18. Juni 1892	„
72521	Verfahren zur Gewinnung von Hefe	vom 17. Mai 1892	Karl Schlagenhaufer und Jacob Blumer in Newyork,	„
73167	Verfahren zur Lüftung gärender Würzen und Maischen	vom 1. Juni 1893	Dr. G. Franke, Berlin	„
74630	Verfahren zur Preßhefenerzeugung aus Kartoffeln	vom 10. Dezbr. 1892	Dr. Gerhard Franke, Berlin und Friedrich Lankow in Ihlow bei Batzelow	„
77993	Verfahren zur Erzeugung von Preßhefe aus Kartoffeln	vom 24. Oktbr. 1893	Dr. Gerhard Franke, Berlin und Friedrich Lankow in Ihlow bei Batzelow; Zusatz zum D. R. P. Nr. 74630 vom 10. Dezember 1892	„
87333	Verfahren zur Herstellung von Preßhefe aus Melasse, Sirupen oder anderen unreinen Rohrzuckersäften	vom 16. März 1895	Leopold Sexauer in Freiburg i. Breisgau	„

Nr.	Patentanspruch	Datum der Anmeldung	Name des Anmelders	Bemerkung
87966	Verfahren zur Herstellung von Preßhefe	vom 22. Juli 1894	Chr. Franzbecker in Emmigerloh (Westfalen)	erloschen.
91501	Lüftungsvorrichtung für Gärbottiche zur Hefenfabrikation	vom 29. Dezbr. 1895	Max Paul Schulz, Charlottenburg	"
92005	Verfahren zur Herstellung von Preßhefe	vom 5. Oktober 1895	John Henry Folkerts in London	"
93221	Verfahren zur Herstellung von Versandhefe aus Koji	vom 24. April 1895	Chicago Greshent Company, Chicago	"
94844	Verfahren zur Verarbeitung von Lupinen für die Hefenfabrikation	vom 2. Juni 1897	Heinrich Schowell, Magdeburg-Sudenburg	"
102631	Verfahren zur Gewöhnung von Hefe an die Dextringärung	vom 3. April 1898	Dr. Jean Effront, Brüssel	"
108334	Verfahren zur Reinigung von Melasse zum Zweck ihrer Verwendung bei der Preßhefenerzeugung	vom 6. August 1898	Moritz Fuhrmann in Brünn	"
113977	Verfahren zur Reinigung von Melasse zum Zweck der Preßhefen- und Spiritusfabrikation	vom 3. Januar 1900	Adolf Marbach in Wien und Dr. Emil Kafka in Olmütz	"
128173	Verfahren zur Gewinnung von Spiritus- und Preßhefe aus stärkehaltigem Material mittels Mucedineen oder anderer verzuckernder oder zuckervergärender Schimmelpilze und Hefe	vom 2. Dezbr. 1899	Emile Augustin Barbet in Paris	"
129302	Verfahren zur Säurung der Maische für die Preßhefenfabrikation	vom 19. Mai 1900	Verein der Spiritusfabrikanten in Deutschland zu Berlin; Zusatz z. D. R. P. Nr. 127355 vom 16. Februar 1900	"
140820	Verfahren zur Erzeugung von Preßhefe und Spiritus, sowohl nach dem alten Schaumhefenwie auch gleichzeitig nach dem Lufthefenverfahren unter Verwendung desselben Maischmaterials	vom 8. Dezbr. 1901	R. Lankow, Dresden u. Firma Fr. Lankow, Neumünster in Holstein	"
149538	Verfahren zur Herstellung leicht verdaulicher Schlempen	vom 14. Juli 1903	Verein der Spiritusfabrikanten in Deutschland zu Berlin	"
173231	Verfahren zur Erzeugung von Preßhefe	vom 19. Januar 1904	Karl Kruis in Prag u. Firma F. Ringhoffer in Smichow bei Prag	noch in Kraft.

Nr.	Patentanspruch	Datum der Anmeldung	Name des Anmelders	Bemerkung
176195	Verfahren zur Herstellung eines Backhilfemittels	vom 10. Mai 1905	Leonhard Pink und Julius Henzenberg in Berlin	erloschen.
180338	Anstellverfahren für die Gewinnung von Würzehefe	vom 21. Januar 1907; Patentiert im Deutschen Reiche vom 8. Novbr. 1905 ab	Joseph Thomas Board in Roseneath (England) und Thomas Harding Board in Bristol (England)	noch in Kraft.
180594	Verfahren zur Erzeugung von Preßhefe aus Rüben- und Kartoffelrückständen	vom 19. Januar 1904	Karl Kruis in Prag und Firma F. Ringhoffer in Smichow bei Prag	„
216979	Verfahren zum Niederschlagen des Schaumes bei der Erzeugung von Preßhefe nach dem Lufthefenverfahren	vom 25. Febr. 1909	Dampfkornbrennerei u. Preßhefenfabriken Aktiengesellschaft vormals Heinrich Helbing, Wandsbeck-Hamburg	„
227777	Lüftungsverfahren zur Gewinnung von Preßhefe aus Würze	vom 12. Septbr. 1909	Hans Braasch in Neumünster	abgelehnt unterm 24. Oktbr. 1910.

Literatur.

Aubry, L., Ein Beitrag zur Klärung und Richtigstellung der Ansichten über reine Hefe. Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen, München, Nr. 7, 1885.

—— Noch ein Wort über reine Hefe. Ebenda, Nr. 12, 1885.

—— Beobachtungen über Hefe. Ebenda, Nr. 4, 1892.

Bail, Th., Über Hefe. Flora, Nr. 27, 28, 1857.

Barth, Zur Kenntnis des Invertins. Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. **11**, 474 (1878).

Bau, A., Melibiase. Chemiker-Zeitung **19**, 1873 (1895).

—— Über Melibiose. Ebenda, 1887.

Bauer, Über eine aus Äpfelpektin entstehende Zuckerart. Landwirtschaftl. Versuchsstation **43**, 191.

Bělohoubek, A., Studien über Preßhefe. Prag 1876.

—— Über die Erzeugung von Preßhefe in Kartoffelbrennereien. Österr. Brennerei-Zeitung 1878.

Bernard, Claude, De l'assimilation du sucre de canne. Mem. Soc. Biol. Paris 1849, S. 114.

—— La fermentation alcoolique. Mitgeteilt durch Berthelot der Rev. Scientif. 1878, 20. Juli, S. 49.

Bersch, Josef, Gärungschemie für Praktiker. 1. Teil: Hefe und Gärungserscheinungen, Berlin 1897; 4. Teil: Spiritusfabrikation und Preßhefenfabrikation, Berlin (Parey) 1881.

Berthelot, Sur la fermentation glucosique du sucre de canne. Compt. rend. **50**, 980 (1860).

—— Sur la fermentation glucosique. Ann. de chim. et phys. **50**, 322 (1857).

Beijerinck, Über Nachweis und Verbreitung der Glukase, das Enzym der Maltose. Centralbl. f. Bakter., II. Abt., **1**, 229, 265, 329 (1895).

—— Die Laktase, ein neues Enzym. Centralbl. f. Bakter. VI, Nr. 2 (1889).

Bourquelot, Recherches sur les propriétés physiologiques du maltose. Journ. de l'anat. et de la physiol. S. 193 (1886); Compt. rend. d. s. de l'Acad. d. sc. **97**. Paris 1883.

—— Les fermentations. Paris 1893.

—— Maltase et fermentation alcoolique du maltose. Journ. de pharm. et de chim. (6) **2**, 97 (1895).

—— Sur la consommation du maltose par les êtres vivants. Compt. rend. Soc. biol. Sér. X, **2**, 474 (1895).

—— Sur l'hydrolyse de raffinose (mélitose) par les ferments solubles. Journ. de pharm. et de chim. Sér. VI, **3**, 390 (1896).

Bourquelot et Hérissey, Sur l'existence, dans l'orge germée, d'un ferment soluble, agissant sur la pectine. Compt. rend. **127**, 191 (1898).

Brefeld, Über Gärung. Landwirtschaftl. Jahrb. von 1874, 1875, 1876.

Brown und Heron, Contributions to the history of starch and its transformations. Journ. Chem. Soc. Trans. S. 596 (1879).

Brown und Morris, The amylodextrin of W. Nägeli and its relation to soluble starch. Journ. Chem. Soc. **55**, 449 (1889).

—— On the action of diastase in the cold on starchpaste. Journ. Chem. Soc. Trans. S. 309, (1895).

Buchner, E., Alkoholische Gärung ohne Hefezellen. Ber. d. deutsch. chem. Ges. **30**, 117 (1897) und **30**, 1110 (1897).

—— Über den Einfluß des Sauerstoffs auf Gärungen. Zeitschr. f. phys. Chem. **9**, 380 (1885).

—— Über zellenfreie Gärung. Ber. d. deutsch. chem. Ges. **31**, 568 (1898).

Buchner und Rapp, Alkoholische Gärung ohne Hefezellen. Ber. d. deutsch. chem. Ges. **30**, 2668 (1897); **31**, 209, 1084, 1090, 1581 (1898); **32**, 127 (1899).

Buchner, E., Buchner, H., und Hahn, M., Die Zymasegärung. München 1903.

Cagniard-Latour, Journal de l'Institut 1835—1837.

—— Mémoire sur la fermentation vineuse. Compt. rend. **4**, 905 (1837).

Cluß, A., Reinzuchthefe und die Anwendung der Antiseptika, speziell der Fluorverbindungen in der Brennerei. Halle a. S. 1893.

—— Die Anwendung der Flußsäure zur Herstellung einer Hefe ohne Säuerung. Zeitschr. f. Spirit.-Ind. 1894.

—— Die praktischen Erfolge der Arbeitsweise ohne Säuerungsprozeß mit nach Effront in Flußsäure akklimatisierter Hefe. Zeitschr. f. Spirit.-Ind. 1894.

Cremer, Über die Umlagerungen der Zuckerarten unter dem Einfluß von Ferment und Zelle. Zeitschr. f. Biol. **31**, 183 (1895).

Cross and Bevan, Cellulose. London 1895.

Cuisinier, Sur une nouvelle matière sucrée diastasique et sa fabrication. Monit. scientif. S. 718 (1886).

Dastre et Bourquelot, De l'assimilation du maltose. Compt. rend. **98**, 1604 (1884).

Delbrück, M., Die Säuerung des Hefengutes. Zeitschr. f. Spirit.-Ind. 1881.

—— Die Wirkung der Kohlensäureentwickelung auf die Gärung. Ebenda, 1886, Nr. 42.

—— Die Reinzuchthefe in der Preßhefenindustrie. Ebenda, 1889.

—— Natürliche Hefenreinzucht. Wochenschr. f. Brauerei 1895.

—— Die natürliche Reinzucht in der Praxis. Vortrag. Wochenschr. f. Brauerei 1895.

—— Max Maerckers Handbuch der Spiritusfabrikation, 9. Aufl., Berlin 1908.

Delbrück-Schönfeld, Systeme der natürlichen Reinzucht. Parey-Berlin.

Delbrück-Schrohe, Hefe, Gärung, Fäulnis. Parey-Berlin.

Donath, Über den invertierenden Bestandteil der Hefe. Ber. d. deutsch. chem. Ges. **8**, 795 (1875).

Dubrunfaut, Mémoire sur la saccharification. Société d'agriculture de Paris 1823.

Dumas, Recherches sur la fermentation alcoolique. Ann. de chim. et phys. Sér. V, **3**, 57 (1874).

Effront, Sur les conditions chimiques de l'action des diastases. Compt. rend. **115**, 1324 (1892).

—— Sur la formation de l'acide succinique et de la glycérine dans la fermentation alcoolique. Compt. rend. **119**, 169 (1894).

—— Les enzymes et leurs applications. Paris 1899.

Emmerling, Butylalkoholische Gärung. Ber. d. deutsch. chem. Ges. **30**, 451 (1897).

Fernbach, Recherches sur la sucrase, diastase inversive du sucre de canne. Thèse pour le doctorat ès Sciences. Paris 1890.

—— Sur le dosage de la sucrase. Ann. de l'Institut Pasteur **3**, 473, 531 (1889); **4**, 1 (1890).

—— Sur l'invertine ou sucrase de la levure. Ebenda **4**, 641 (1890).

Fischer, E., Synthese einer neuen Glucobiose. Ber. d. deutsch. chem. Ges. **23**, 3689 (1890).

Fischer, E., Einfluß der Konfiguration auf die Wirkung der Enzyme. Ber. d. deutsch. chem. Ges. **27**, 2985, 3479 (1894) und **28**, 1429 (1895).

—— Über die Isomaltose. Ebenda **28**, 3024 (1895).

Fischer und Lindner, Über die Enzyme einiger Hefen. Ebenda **28**, 3034 (1895).

—— Verhalten der Enzyme gegen Melibiose, Rohrzucker und Maltose. Ebenda **28**, 3035 (1895).

Fitz, Über alkoholische Gärung. Ebenda **6**, 48 (1873) und **9**, 1352 (1876).

—— Über Schizomycetengärungen. Ebenda **10**, 276 (1877) und **9—17** (1876—1884).

—— Über Spaltpilzgärungen. Ebenda **11**, 1898 (1878); **12**, 479 (1879); **13**, 1309 (1880).

Foth, G., Einfluß der Kohlensäure auf Gärung und Hefenbildung. Wochenschr. f. Brauerei **73**, 305 (1887). Berlin.

—— Über den Einfluß der Kohlensäure auf das Wachstum und die Gärtätigkeit der Hefe. Ebenda S. 263 (1889).

Geduld, Wochenschr. f. Brauerei **8**, 620; Journ. Soc. Chem. Industry, S. 627 (1892).

Geret und Hahn, Zum Nachweis des im Hefenpreßsaft enthaltenen proteolytischen Enzyms. Ber. d. deutsch. chem. Ges. **31**, 202, 2385 (1898).

Gorup-Besanez, Über das Vorkommen eines diastatischen und peptonisierenden Ferments in den Wickensamen. Ebenda **7**, 1478 (1874).

—— Peptonbildende Fermente im Pflanzenreich. Ebenda **8**, 1510 (1875).

—— Fortgesetzte Betrachtungen über peptonbildende Fermente im Pflanzenreich. Ebenda **9**, 673 (1876).

Green, J. Reynolds, Die Enzyme. Deutsch von W. Windisch, Berlin (Parey) 1901.

Griessmeyer, Über das Verhalten von Stärke und Dextrin gegen Jod und Gerbsäure. Liebigs Ann. d. Chem. u. Pharm. **160**, 40 (1871).

Grüss, Über den Eintritt von Diastase in das Endosperm. Ber. d. deutsch. botan. Ges. **11**, 286 (1893).

—— Über die Einwirkung der Diastase auf Reservecellulose. Ebenda **12**, 60 (1894).

de Haas und Tollens, Untersuchung über Pektinstoffe. Liebigs Ann. **286**, 278 (1895).

Hahn, Das proteolytische Enzym des Hefenpreßsaftes. Ber. d. deutsch. chem. Ges. **31**, 200 (1898).

Hansen, E. Chr., Über Hefe und Hefenreinzucht. Vortrag in der Generalversammlung des österreich. Brauerbundes. Graz 1887. Zeitschr. f. Brauerei und Malzfabrik. 1887.

—— Untersuchungen aus der Praxis der Gärungsindustrie. (Beiträge zur Lebensgeschichte der Mikroorganismen.) München (Oldenbourg) 1888, 1890, 1895.

—— Grundlinien zur Systematik der Saccharomyceten. Centralbl. f. Bakteriol. 1904.

—— Dessen Veröffentlichungen in den Mitteilungen aus dem Carlsberger Laboratorium; zu beziehen von Hagerups Buchhandlung, Kopenhagen, K.

—— Bemerkungen über Hefenpilze. Allgem. Zeitschr. f. Bierbr. u. Malzfabr. 1883.

—— Über Wiesners neue Prüfungsmethode der Preßhefe. Dingl. polyt. Journ. S. 419 (1884).

—— Noch ein Wort über den Einfluß der Kohlensäure auf Gärung und Hefenbildung. Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen **13**, 304 (1887).

—— Neue Bemerkungen zu Foths Abhandlung: Einfluß der Kohlensäure auf Gärung und Hefenbildung. Wochenschr. f. Brauerei, S. 378 (1887).

Hayduck, M., Einfluß der Milchsäure auf die Hefe. Zeitschr. f. Spirit.-Industrie 1881, 1887 (Ergänzungsheft).

—— Über die Existenz von Hefenrassen mit konstant sich erhaltenden Eigenschaften. Wochenschr. f. Brauerei, Nr. 20, 1885.

—— Über Milchsäuregärung. Ebenda Nr. 17, 1887.

Henneberg, W., Zur Kenntnis der Milchsäurebakterien der Brennereimaischen, der Milch, des Bieres, der Preßhefe, des Sauerkohls, der sauren Gurken und des Sauerteigs. Zeitschr. f. Spirit.-Ind. 1903.

—— Die Brennereihefenrasse II. und XII. Wochenschr. f. Brauerei 1903; Jahrb. d. Vereins d. deutsch. Spiritusfabrikanten in Berlin 1905.

—— Gärungsbakteriologisches Praktikum, Betriebsuntersuchungen und Pilzkunde. Berlin (Parey) 1909.

Herzfeld, Über Maltodextrin. Halle 1879.

—— Über die Einwirkung der Diastase auf Stärkekleister. Ber. d. deutsch. chem. Ges. **12**, 2120 (1879).

Jörgensen, Alfred, Über Reinzüchtung der Hefe. Allgem. Brauer- u. Hopfen-Zeitung 1885.

—— Die Hefe in der Praxis. Berlin 1901.

—— Die Mikroorganismen der Gärungsindustrie. 5. Aufl. Berlin 1909.

—— Zur Analyse der Preßhefe. Dingl. polyt. Journ. **252**, 424 (1884).

—— Über das Verhalten der Alkoholfermentorganismen gegenüber der Saccharose. Ebenda **20** (1885).

—— Über den Unterschied zwischen Pasteurs und Hansens Standpunkt in der Hefenfrage. Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen. München 1888.

—— Les méthodes de Pasteur et de Hansen pour obtenir les cultures pures de levure. Une réponse à M. Velten. La gazette du brasseur, Bruxelles 1891, p. 215. Deutsch in der Allg. Brauer- u. Hopfen-Ztg. Nr. 142. Nürnberg 1891.

Kayser, E., Die Hefe. Deutsch von P. Meinecke. München 1898.

Koch und Hosäus, Das Verhalten der Hefen gegen Glykogen. Chem. Centralbl. **2**, 869 (1894).

Kohl, F. G., Die Hefenpilze. Leipzig 1908.

Kossel, Über den heutigen Stand der Eiweißchemie. Ber. d. deutsch. chem. Ges. **34**, 3214 ff. (1901).

Kühne und Chittenden, Über die nächsten Spaltungsprodukte der Eiweißkörper. Zeitschr. f. Biol. **19**, 184 (1883).

—— Über Albumosen. Ebenda **20**, 11 (1884).

—— Über die Peptone. Ebenda **22**, 423 (1886).

Kützing, Über Hefe und Essigmutter. Journ. f. prakt. Chem. **11**, 385 (1837).

Lafar, F., Die künstliche Säuerung des Hefengutes in Brennereien. Centralbl. f. Bakteriol. 1896.

—— Handbuch der technischen Mycologie. In 5 Bänden. Jena 1905—1907.

Lechartier und Bellamy, De la fermentation des fruits. Compt. rend. **69** (1869); **75** (1872); **79** (1874); **81**, 1129 (1875).

Liebig, J. v., Über die Erscheinung der Gärung, Fäulnis und Verwesung und ihre Ursachen. Ann. d. Chem. u. Pharm. **30**, 250, 363 (1839).

—— Chemische Briefe. 1865, S. 159.

Lindner, P., Die Einzelkultur im hängenden Tropfen. Gealterte Zellen in frischer Würze. Abnorme Zellformen und Querwandbildungen bei Betriebshefen. Wochenschr. f. Brauerei 1893.

—— Die Reinhefe in der Preßhefenfabrikation und in der Kornbrennerei. Brennerei-Zeitung **13**, (1896).

—— Mikroskopische Betriebskontrolle in den Gärungsgeweben. 5. Aufl. Berlin 1909.

Lintner, C. J., Studien über Diastase. Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen S. 474 (1886); Journ. f. prakt. Chem. (2) **34**, 378 (1886); **36**, 481 (1887).

—— Über die chemische Natur der vegetabilischen Diastase. Pflügers Archiv S. 205 (1881).

—— Über das Vorkommen von Isomaltose im Bier und in der Würze. Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen S. 281 (1891).

—— Über Isomaltose und deren Bedeutung für die Brennerei. Ebenda S. 6 (1892).

Lintner, C. J., Über die Vergärbarkeit der Isomaltose. Zeitschr. f. d. ges Brauwesen S. 106 (1892).

—— Über die Einwirkung der Diastase auf Isomaltose. Ebenda S. 378 (1894) u. S. 173 (1895); auch Chem. Centralbl. **1**, 91 (1895).

—— Über die Invertierung von Maltose und Isomaltose durch Hefe. Chem. Centralbl. **1**, 271 (1895).

Lintner und Düll, Versuche zur Gewinnung der Isomaltose aus den Produkten der Stärkeumwandlung durch Diastase. Zeitschr. f. angew. Chemie, S. 263 (1892); auch Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen, S. 145 (1892).

—— Über den Abbau der Stärke unter dem Einfluß der Diastasewirkung. Ber. d. deutsch. chem. Ges. **26**, 2533 (1893).

—— Über ein zweites durch die Tätigkeit der Diastase gebildetes Achroodextrin. Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen, S. 339 (1894).

Lintner und Eckhardt, Studien über Diastase. Ebenda S. 389 (1889).

Meißl, E., Die Prüfung der Hefe auf die Gärkraft. Ebenda S. 7 (1884).

Muntz, Sur la germination des graines oléagineuses. Ann. de chim. et phys. (4) **22**, 472 (1871).

Musculus, Remarques sur la transformation de la matière amylacée en glycose et dextrine. Compt. rend. **50**, 785 (1860).

—— Nouvelle note sur la transformation de l'amidon en dextrine et glycose. Ebenda **54**, 194 (1862).

—— De la dextrine. Ann. de chim. et phys. (4) **6**, 177 (1865).

Nägeli, Theorie der Gärung. München 1897.

—— Beiträge zur Kenntnis der Stärkegruppe. Leipzig 1874.

Nägeli und Löw, Über die chemische Zusammensetzung der Hefe. Sitzungsberichte d. Königl. Bayer. Akad. d. Wissensch., S. 161 (1878).

Neumeister, Zur Kenntnis der Albumosen. Zeitschr. f. Biol. **23**, 381 (1887).

—— Bemerkungen zur Chemie der Albumosen und Peptone. Ebenda **24**, 267 (1888).

—— Über die Reaktionen der Albumosen und Peptone. Ebenda **26**, 324 (1890).

Osborne, T. B., The chemical nature of diastase. Journ. Amer. Chem. Soc. **17**, 587 (1895).

Osborne und Campbell, The chemical nature of diastase. Ebenda **18**, 536 (1896).

—— The proteids of malt. Ebenda **18**, 542 (1896).

Pasteur, Mémoire sur la fermentation appelée lactique. Ann. de chim. et phys. Sér. 3, **52**, 407 (1858).

—— De l'origine des ferments. Compt. rend. **50**, 849 (1860).

—— Mémoire sur la fermentation alcoolique. Ann. de chim. et phys. Sér. 3, **58**, 323 (1860).

—— Sur les ferments. Bull. Soc. Chim., S. 61 (1861).

—— Sur la fermentation visqueuse et la fermentation butyrique. Bull. Soc. Chim., S. 30 (1861).

—— Note sur un mémoire de M. Liebig, relatif aux fermentations. Ann. de chim. et phys. Sér. 4, **25**, 145 (1872).

—— Faits nouveaux pour servir à la connaissance de la théorie des fermentations proprement dites. Compt. rend. **75**, 784 (1872).

—— Sur la production de l'alcool par les fruits. Ebend. **75**, 1054 (1872).

—— Mémoire sur la fermentation alcoolique. Ann. de chim. et phys. **58**, 359 (1860).

—— Mémoire sur la fermentation acétique. Ann. scientif. de l'Ecole normale supérieure **1** (1864).

—— Note sur la fermentation des fruits et sur la diffusion des germes des levures alcooliques. Compt. rend. **83**, 173 (1876).

—— Examen critique d'un écrit posthume de Claude Bernard sur la fermentation alcoolique. Lecture faite à l'Académie de Médecine le 26. novembre 1878.

Pawlewski, Über die Unsicherheit der Guajak-Reaktion auf wirksame Diastase. Ber. d. deutsch. chem. Ges. **30**, 1313 (1897).

Payen, Réaction de la diastase sur la substance amylacée dans différentes conditions. Ann. de chim. et phys. (4), **4**, 286 (1865).

Payen et Persoz, Mémoire sur la diastase, les principaux produits de ses réactions et leurs applications aux arts industriels. Ann. de chim. et phys. **53**, 73 (1833).

Pfeffer, Über die regulatorische Bildung von Diastase. Bericht d. math.-phys. Klasse der Königl. Sächs. Ges. d. Wissensch. zu Leipzig, S. 513 (1896).

Reinitzer, Über das zellwandlösende Enzym der Gerste. Zeitschr. f. physiol. Chemie **23**, 175 (1897).

Reeß, Botanische Untersuchungen über die Alkoholgärungspilze 1870.

Röhmann, Zur Kenntnis der Glucase. Ber. d. deutsch. chem. Ges. **27**, 3251 (1894).

Sachs, Über das Auftreten der Stärke bei der Keimung ölhaltiger Samen. Botan. Zeitschr., S. 178 ff. (1859).

Scheibler, Vorläufige Mitteilung über die Metapektinsäure aus Zuckerrüben. Ber. d. deutsch. chem. Ges., S. 58 (1868).

Schifferer, Über die nicht krystallisierbaren Produkte der Einwirkung der Diastase auf Stärke. Inaug.-Diss. Kiel 1892.

Schützenberger, Les fermentations, 1879, 6me édition. Bibl. Scient. Int. Paris 1896. Deutsch: Leipzig 1876.

—— Recherches sur la constitution chimique des peptones. Compt. rend. **115**, 208, 764 (1892).

Schwann, Vorläufige Mitteilung betreffend Versuche über die Weingärung und Fäulnis. Poggendorfs Ann. **41**, 184 (1837).

Schwann und Müller, Versuche über die künstliche Verdauung des geronnenen Eiweißes. Müllers Archiv, S. 66 (1836).

Seyffert, Untersuchung über Gerste- und Malzdiastase. Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen 1898.

Sigmund, Über fettspaltende Fermente im Pflanzenreiche. Monatshefte f. Chem. Wien **11**, 272 (1890); Sitzungsber. d. Kaiserl. Akad. d. Wissensch. in Wien **99**, 407 (1890) und **100**, 328 (1891).

—— Beziehungen zwischen fettspaltenden und glykosidspaltenden Fermenten. Ebenda **101**, 549 (1892).

Thausing, Die Theorie und Praxis der Malzbereitung und Bierfabrikation. Leipzig 1888, 6. Aufl. 1907.

Thénard, Sur la fermentation vineuse. Ann. de chim. **46**, 224 (1803).

Tollens, Über die Konstitution der Pektinstoffe. Liebigs Ann. **286**, 292 (1895).

Traube, M., Zur Theorie der Gärungs- und Verwesungserscheinungen wie der Fermentwirkungen überhaupt. Poggendorfs Ann. **103**, 331 (1858).

—— Zur Theorie der Fermentwirkungen. Ber d. deutsch. chem. Ges. **7**, 115 (1874).

Turpin, Mémoire sur la cause et les effets de la fermentation alcoolique et acéteuse. Compt. rend. **7**, 369 (1838).

Wiesner, Untersuchungen über den Einfluß, welchen Zufuhr und Entziehung von Wasser auf die Hefenzellen äußern. Sitzungsber. d. Wiener Akad. **59** (1889).

Wroblewski, Über die chemische Beschaffenheit der Diastase und über das Vorkommen eines Arabans in den Diastasepräparaten. Ber. d. deutsch. chem. Ges. **30**, 2289 (1897).

—— Zur Klassifikation der Proteïnstoffe. Ebenda **30**, 3045 (1897).

—— Über die chemische Beschaffenheit der Diastase und über die Bestimmung ihrer Wirksamkeit unter Benutzung von löslicher Stärke. Zeitschr. f. physiol. Chem. **24**, 173 (1898).

—— Was ist die Osborne'sche Diastase? Ber. d. deutsch. chem. Ges. **31**, 1127 (1898).

—— Über die chemische Beschaffenheit der amylolytischen Fermente. Ebenda S. 1130.

ALPHABETISCHES NAMENVERZEICHNIS.

Allihn 64.
Althen 6.
Amberger 55.

Bail 233, 234.
Balling 1, 33, 168, 218, 233.
Barfoed 54.
Bau 55, 289.
Baudry 59.
Bauer 368.
Bauer, Dr. 10.
Baumé 33.
Baumert-Bode 58.
Becher 229.
Beckmann 2.
Behrend 28.
Beijerinck 318, 329.
Bellamy 87, 88, 233.
Bělohoubek 14.
Bérard 87.
Bernard 88.
Berthelot 82, 83, 88, 232.
Bertsch 2.
Berzelius 88, 232, 233.
Biot 77.
Blagden 305.
Boidin 62.
Bourquelot 80, 83.
Brauer 10.
Brefeld 88, 234.
Bride (Mac) 229.
Brie 305.
Brossard-Vidal 309.
Bruun 7.
Bücheler 367.
Buchner 88, 90, 91, 92, 93, 234, 243, 255, 295, 297, 331.
Burka 5.

Cagniard-Latour 230, 231, 232, 233, 335.
Calmette 154, 333.
Campbell 86.
Cohn 322.
Colin 230.
Crispo 59.
Cuisinier 44, 84.

Dehne 6.
Delbrück 6, 7, 28, 29, 62, 67, 86, 88, 91, 109, 234, 267, 335.
Donndorf 2.
Dorn 3, 335.
Dubrunfaut 54, 77, 82, 232.
Dumas 232.
Durst 7.
Dursthoff 5.
Dusch, v. 230.

Effront 59, 62, 91, 106, 107, 170, 297.
Ehrlich 249, 295, 297.
Einhorn 289.

Fabbroni 230.
Fahrenheit 1.
Favre 255.
Fehling 15, 30.
Fernbach 47, 50, 79.
Fischer 46, 54, 74, 81, 84, 109, 255.
Fitz 234.
Foth 255.
Francke 7.
Frank-Kamenetzky 61.
Friedenthal 5.

Gall 448.
Gay-Lussac 231, 232, 305.
Geduld 84.
Geissler 309.
Genge 7.
Gerber 88.
Gilpin 305.
Girzek 5.
Gorup-Besanez 86.
Green 88, 92, 109, 113.
Grobecker 11, 166.
Grüss 78, 80, 93, 109.
Gutsmuths 3.

Hagspihl 6.
Hansen 234, 239, 244, 256, 267, 268, 335.
Harden 89, 90.
Hasse 112.
Hayduck 7, 105, 109, 246, 252, 284, 288, 502.
Haymann 91.
Haide, von der 28.
Heim 302.
Heinsdorf 11, 166.
Heinzelmann 35, 246, 259.
Helmholtz 2, 31.
Helmont 229.
Henneberg 241, 245, 247, 248, 250, 252, 253, 264, 266, 277, 278, 314, 316, 319, 323, 433.
Henze 192.
Hering 2.
Hermbstädt 1, 218, 335.
Herzfeld 289.
Hoffmann 13.
Hollefreund 191.
Hoppe-Seyler 233.
Howman 7, 501.

Ilges 465, 492.

Janssen 243.
Joung 89, 90.
Jörgensen 256.
Justi 335.

Kaiser 58.
Kickelhayn 10.
Kjeldahl 14, 64.
Kirchhoff 76.
Koch 234, 239.
Kohl 242.
König 17, 19, 23, 26, 39, 91.
Kopp 229.
Krocker 28.
Kühne 85.
Kusserow 284.
Kützting 234.

Lafar 312.
Lange 90, 91, 246, 250.
Lavoisier 229.
Lechartier 87, 88, 233.
Leeuwenhoek 1, 229, 230.
Lehmann 64.
Leichmann 312.
Liebig, v. 229, 231, 232, 233, 234.
Lindet 58.
Lindner 54, 67, 70, 81, 84, 91, 234, 239, 240, 244, 256, 259, 269, 281, 295, 316.
Lings 79.
Lintner 19, 40, 51, 59, 60, 61, 79, 84, 170, 259.
Luca, de 88.
Lüdersdorf 4, 233, 335.
Lullus, Raimundus 229.

Maercker 16, 23, 51, 60, 61, 335.
Maquenne 50, 54, 64, 79.
Marbach 610.
Marckwald 294.
Marken, van 5.
Marquardt 7, 501.
Mason 2.
Meisenheimer 91, 92, 93, 295, 331.
Meissl 67, 284.
Meißner 85, 266.
Mende 6.
Millon 70.
Mitscherlich 88, 231, 232.
Mohr 1.
Morgen 28.
Munsche 62.
Müntz 92.
Musculus 77.

Nagel 288.
Nägeli 47, 233.
Nycander 7.

Osborne 86.
Ost 55.
Otto 4.

Pampe 451.
Parow 28, 59.
Pasteur 67, 83, 87, 230, 231, 233, 234, 250, 335.
Payen 77.
Perrier 452.
Persoz 77.
Pfeffer 233.
Philips 83.
Pistorius 3, 4, 335, 448, 452, 455.

Rainer 6.
Réaumur 1.
Reess 234.
Reinke 60, 61.
Reischauer 64.
Reiz 3.
Riem 335.
Riese 7.
Ritthausen 19
Rosenblatt 254.
Röse 299.
Rothenbach 93.
Roully 232.

Saussure 54.
Savalle 464.
Scheibler 50.
Schellhorn 86.
Schönberg 6.
Schönfeld 12, 178.
Schoorl 64,
Schröder 230.
Schultze 335.
Schulze 29, 112, 266.
Schütt 102.
Schützenberger 92.
Schwann 230, 231, 232, 233, 235.
Schwarze 4.
Schwarzer 77.
Seezen 2.
Silbermann 255.
Simmen 6.
Sollied 316.
Somlo 99.
Soxleth 54, 60.
Stahl 229.
Stohmann 28.
Stoklasa 46.
Stutzer 246.
Szilagyi 22.

Tebbenhof 3.
Thénard 230.
Tiele 3, 16, 20, 23.
Tollens 16, 20, 23.
Topler 20.
Tralles 305.
Traube 88.
Trommer 233, 335.
Turpin 231.

Uekermann 7, 501.
Uffelmann 299.

Virchow 235.

Wagenmann 4.
Westfelt 10.
Westrumb 335.
Wein 67.
Wiley 60.
Willis 229.
Wimmer 5.
Windisch 35, 39, 86, 99, 112, 129, 295, 300, 306.
Wiessner 50.
Wolf 20, 32.
Wolff 16, 23, 47, 50, 79.

ALPHABETISCHES SACHVERZEICHNIS.

Abdampfregulator 461.
Abdampfverwertung in der Destillation 461.
Abfertigung von Rohspiritus 484.
Abmaischtemperaturen der Kunsthefe 345.
— — süßen Maische 385.
— — Maische des neuen Verfahrens 525.
Abschöpfen der Hefe (des Hefenschaums) 415 ff.
—, Löffel zum 418.
—, das kontinuierliche 419.
—, — periodische 419.
— bei guter und schlechter Hefenausbeute 420.
Abschöpfverfahren (s. altes Wiener Verf.) 369 ff.
Absolute Reinkultur 239.
Abwässer der Preßhefenfabrikation 622.
—, Reinigung der 622 ff.
—, — — auf biologischem Wege 623.
—, — — mit Faulgruben 622.
—, — — — Klärgruben 622.
Abwässern des gesiebten Hefenschaumes 428 ff.
—, Alkoholwert der Waschwässer beim 433.
—, Ausführung des — 430.
—, Einfluß des — auf die Triebkraft 433.
—, Temperatur des Wassers beim 430.
—, Verhalten der Zellen beim 429.
—, Zahl der Wässer beim 430.
—, Zweck des 429.
Abkühlungstemperatur der gesäuerten Maische (neues Verfahren) 530.
Abwässerungsgefäße 429.
Acetaldehyd 296.
Achroodextrine 52.
Acidalbumine 71.
Äthylalkohol (s. Alkohol) 290.
Albuminate 61.
Albumosen 71.
Aldehyd 296, 303, 617.
—, Nachweis von — in Alkohol 302.
Aldehydabscheider 476.
Alkohol (Äthyl-) 290.
—, Ausbeute an — im alten Verfahren 414.
Alkohol, Ausbeute an — im neuen Verfahren 564.
—, Bestimmung von — mit Ebullioskop 309.
—, — — — — Vaporimeter 309.
—, — — — in vergorenen Würzen, Maischen und Rückständen der Fabrikation 306.
—, Bildung von — durch schädliche Milchsäurebakterien 318.
—, Beurteilung, allgemeine, von 302.
—, Eigenschaften des 241.
—, Gewinnung des — durch Destillation 447 ff.
—, Handelsbegriff 303.
—, Handelssorten, vorkommende des 299.
—, Hauptprodukt der Gärung 291.
—, Meßapparat 486.
—, Stoffwechselprodukte der Hefe 249.
—, Tabelle der entsprechenden Vol.- und Gew.-Proz. 307.
—, Untersuchung von 298 ff.
—, — — auf Aldehyde 301.
—, — — — Ester 302.
—, — — — Furfurol 302.
—, — — — Fuselöl 299—301.
—, — — — Säuren 302, 304.
—, Verhalten gegen Organismen 291.
—, Wirkung, physiologische, des 292.
Alkoholometer 305.
— für Destillationsapparate 306.
Alkoholometrie 305 ff.
Allantoïn 112.
Amide 7.
— als Bausteine der Hefe 249.
—, Eigenschaften der 71.
—, Entstehung der 71.
— als Stoffwechselprodukte der Hefe 249.
—, Vorkommen der — in Kartoffeln 29.
—, — — — in Melasse 32.
Amidhefen 263, 264.
Ammoniakstickstoff für Hefe in Nährlösungen 248.
Amygdalin 84.

Amylocellulose 50.
Amyloïd 56.
—, Jodreaktion von 56.
Amylomyces (Mucor) 81, 84, 333.
Amylopektin 50.
Amylose 50.
Anforderungen an die Destillationsapparate 489 ff.
Angestellte Hauptmaische mit Schlempe 422.
— — ohne Schlempe 422.
Anschwänzen der Treber 548.
Anstellen der Kunsthefe 352 ff.
— — Hauptmaische des alten Verfahrens 404.
— — Würze des neuen Verfahrens 572.
— — — mit Vorgärung 572, 573.
Anstellhefe, Angewöhnung der 576, 603.
— für die Kunsthefe 356.
— — — gärende Würze 571.
—, Menge der 356, 572.
Anstelltemperatur der Hauptmaische, altes Verfahren 404.
— — Kunsthefe 352.
— — Würzen 568.
Apfelsäure, Assimilation von — durch Hefe 248.
Arabinose 56.
Ascomyceten 240.
Asparagin in Kartoffeln 29.
— — keimenden Pflanzen 112.
— — Nährlösungen für Hefe 248.
Aspergillus glaucus 334.
Aspirationsreinigungsmaschinen 116.
Atmung, Begünstigung der — zwecks Hefenvermehrung 251.
— der Hefe bedeutet Eiweißspaltung 251.
— — Hefe 251 ff.
— des wachsenden Getreides 99.
—, Wirkung der — auf die Gärung 251.
Aufbewahrung von Rohspiritus 484.
Auffangtrichter für Darren 162.
Aufhacken der Treber 548.
Aufschließung der Rohstoffe mit Dampf 190 ff.
— — — — gespanntem Dampf in geschlossenem Gefäß 192 ff.
Aufwerfen der Hefe beim Abwässern 430.
Ausblasen der Dämpfmasse 209.
Ausblasevorrichtung am Dämpfer 200.
Ausdämpfvorrichtung f. Kunsthefengefäße 344.
Ausgangsmaterial für die Eiweißsynthese 69
Auspfunden der Preßhefe 445, 614.
—, schlechtes der Lufthefe 614.
—, Ursache des schlechten — der Lufthefe 615.
Ausreifen der Hefe in der gärenden Würze 575.
Aussaat in die Kunsthefe 345.
Aussaat, Entnahme der — aus der gesäuerten Kunsthefe 353.
— in die Maische des Lüftungsverfahrens 530, 543.
—, Entnahme der — aus der gesäuerten Maische 530.
Ausstoßkasten 162.
Autolyse 249.
Automaten zur Gewinnung von Feinsprit aus Maische oder Würze 492 ff.
— von Guillaume 496.
— — Ilges 492.
— — Strauch u. Schmidt 498.
Automatischer Schlempeheber 480.

Bacillus acidificans longissimus 312.
— Beijerincki 315.
— Delbrücki 311—314, 322.
— —, sein Verhalten gegen Alkohol 312.
— —, — — — erzeugte Säure 314.
— —, — — — andere Säuren 314.
— —, seine Ernährung 312.
— —, — Formen 312.
— —, — Tätigkeit 313.
— —, — Temperaturen 312.
— —, — Wirkung auf die Hefenbildung 313.
— Listeri 320.
— Maerckeri 314.
— subtilis 322.
— Wehmeri 317—319, 330.
— —, Ernährung des 317.
— —, Tätigkeit, doppelte des 317.
Bacterium industrium 332.
— oxydans 331.
Bakterien 310.
—, Reinkulturen von 239.
Bazillen 310.
Bernsteinsäure 248, 297.
— im Weichwasser 100.
Betaïn 112.
Bierhefe 252.
—, Enzymgehalt (Zymase-) der 259.
—, Hautbildung der 258.
—, obergärige 257.
—, Trennung von Ober(Preß-)hefe 358.
—, Vergärung von Melasse mit 259.
—, Verhalten auf Gelatine (Riesenkolonien) 259.
—, — gegen Melitriose 258.
—, — — Gifte und Reizstoffe 252.
—, — bei der Gärung 256.
—, — — — Sprossung 256.
—, — beim Zerreiben mit Wasser 257.
—, — gegen Wärme 259.
—, — — verschiedene Zucker 257.
—, Zellformen der 256.
—, Zymasegehalt der 252.
Biologisches Filter 623.
Blasenapparat 453.

Blattkeim 101.
Branntwein (spiritus vini) 229.
Buchweizen 26 ff.
—, Begutachtung von 26.
—, Eiweiß- und Stärkegehalt von 26.
—, Schrotung von 190.
—, Sorten von 26.
—, Zusammensetzung von 26.
Buttersäure, Eigenschaften der 296.
—, Infektion in der Kunsthefe 351.
—, Wirkung von — auf Hefe 251, 252.
Buttersäurebazillen 327.
Butylalkoholbazillen 327.

Carlsbergkolben 269.
Cellose 56.
Cellobiose 56.
Cellulose 55.
—, Arten der 56.
—, Eigenschaften der 56.
—, Gewinnung der 55.
—, Löslichkeit der — in Kupferoxydammoniak 56.
—, Nitro- 56.
—, Verhalten gegen Sauerstoff (Oxydation) 56.
—, Vorkommen 55.
—, Zuckerbildung aus 56.
—, Zusammensetzung von 55.
Chamäleonlösung für Spirituntersuchung 303.
Chlorophyll 238.
Chloroplasten 46.
Cladosporium herbarum 333.
Clostridium, Spaltpilz(Spindel)form 310.
Cytase 76, 109.

Dampfdruck und seine entsprechenden Temperaturen 192.
Dampfeinströmung bei den Henzedämpfern 197.
Dampfkessel 625, 628.
—, Brennmaterial für die 630.
—, Cornwall- 625.
—, Gallowayrohre für 631.
—, Großwasserraum- 625, 628.
—, Injektor zur Speisung der 632.
—, Kleinwasserraum- 628.
—, Kohlenbedarf der 630.
—, Rostfläche der 630.
—, Speisepumpen für 632.
—, Systeme der 625, 628.
—, Vergrößerung bestehender 629.
—, Wasserverdampfung der 634.
Dampfleitungen 633.
Dampfmaschinen 634 ff.
—, Füllung der 634.
—, Leerlauf der 635.
—, Leistung der 635.
Dampfmaischholz 348.
Dampfmaischpumpen 458.
Dämpfer 192 ff.
—, Armatur der 199.
—, Ansprüche an die 199.
—, Ausblasen der 209.
—, Ausblasevorrichtungen der 200 ff.
—, Beschädigung der — durch Sand usw. 201.
—, Befüllung der 208.
—, Erfindung der — durch Henze 192.
—, Größenverhältnisse der — für verschiedene Rohfrucht 202.
—, Größe, nötige, der — für Kartoffeln 213, 214.
—, Isolierung der 203.
—, Konstruktionen, verschiedene, der 196 ff.
—, Mannlochverschluß der 202.
—, Überwachung, amtliche, der 201.
Dämpfung der Rohstoffe 190 ff.
—, Allgemeines darüber 191.
— mit gespanntem Dampf 192.
— — — — erstmals durch Hollefreund 191.
— bei gewöhnlichem Druck 191.
—, Einwirkung der — auf die Eiweißstoffe 195.
—, — — — — Fettstoffe 195.
—, — — — Zucker und Stärke 193.
— unter Hochdruck 195.
— von ganzem Mais 206 ff.
— — geschrotenem Mais 205.
— — geweichtem Mais 203.
— — Manioka 210.
—, Praxis der 203.
— von Reis 210.
— — Rohkartoffeln 211 ff.
— — — mit und ohne Fruchtwasser 214, 215.
—, Theorie der Hochdruck- 192.
— von Trockenkartoffeln 216.
—, Verluste durch den hohen Druck der 206, 207.
—, Wirkung der — auf die Stärke der Rohfrucht 192.
—, Zusätze von Wasser bei der 194.
Darren 158, 159.
—, Abräumer 160.
—, ältere 156.
— mit Klapphorden 160.
— — — und Auffangtrichter 161.
—, moderne 158, 159.
—, Wender für 159, 160.
Darrmalz 154—160, 114.
—, Ausbeute an 172 ff.
—, Gewinnung von 154.
—, Entkeimer 162, 163.
—, Entkeimung und Putzerei von 161.
—, Kraft, diastatische, des — gegen Grünmalz 155.
—, Poliermaschinen 163, 164.
—, Prüfung von 116.

Darrmalz, Prüfung von — auf Aufschließung 166, 167.
—, — — — — — Extraktgehalt 167.
—, — — — — — Gehalt an Bakterien 166.
—, — — — — — Kraft, diastatische 168, 169.
—, — — — — — — — nach Effront 170.
—, — — — — — — — — — Lintner 170.
—, — — — — — verflüssigende, n. Effront 171.
—, — — — — Merkmale, äußere 166.
—, — — — Säuregehalt 172.
—, — — — Wassergehalt 167.
—, Schrotmühle für 186.
—, Schrotung von 184.
Darrung 113, 154—164.
—, Belag der Horden bei der 156.
—, Einfluß der — auf die Enzyme 114.
—, Luftregulierung bei der 158, 159.
—, Praxis der 154 ff.
—, Temperaturen der 114, 155, 156.
—, Theorie der 114.
Degeneration der Hefe im alten Verfahren 360.
— — — — neuen Verfahren 563.
Dephlegmation, Theorie der 449.
Dephlegmator, Anforderung an einen modernen 475.
—, Wirkung des 451.
Desintegrator 190.
Destillation, Gesetze der 449.
— der vergorenen Maische 448.
—, Theorie der 448.
— von Wein 229.
— der vergorenen Würze 616.
Destillationsapparate 452.
—, der erste Bohmsche 466.
—, die kontinuierlichen 464 ff.
—, — — einteiligen 475.
—, — — zweiteiligen 473.
—, — — mit Fuselöl- und Aldehydabscheidung 476.
—, — — automatischen — nach Ilges 481.
—, — periodischen 452 ff.
Dextrine 52 (16).
—, Abbau der — zu Zucker 53.
—, Arten der 52.
—, Bestimmung der 62.
—, — — in den Maischen 225.
—, Eigenschaften der 52.
—, Entstehung der 52.
—, Übergang der — in Maltose 52.
—, Verhalten der — gegen Barfoeds Reagenz 54.
—, — — — Jod 52.
—, — optisches der 53.
Dextrose 54 (16, 52, 255).
—, Bestimmung der 62—66.
—, Bildung von — aus Cellose 56.
Dextrose, Eigenschaften der 54.
— in keimender Gerste 109.
—, Wärmeerzeugung beim Zerfall von 255.
—, Zusammensetzung der 54.
Diastase 76.
—, Arten der 77.
—, Eigenschaften der 77, 78.
Diastase, Einwirkung der 79.
—, — — nach Grüß 80.
—, Entdeckung der 76, 77.
—, Gewinnung der 78.
—, Kraft, verzuckernde der 79.
—, — verflüssigende der 79.
— in den Maischen des alten Verfahrens 371, 421.
—, Stärkeabbauprodukte der 81.
—, Verhalten der — im Malzauszuge gegen Methylorange und Phenolphtaleïn 79.
—, Verhältnis der — zum Eiweißgehalt der Rohfrucht 95, 110.
—, — — zur Peptase 109, 110.
—, Verlauf der Tätigkeit der 81, 82, 109.
Diastatische Kraft des Malzes 168.
—, Bestimmung der 168.
—, — — nach Effront 170, 171.
—, — — — Lintner 170.
Diplokokken 310.
Dismembrator 190.
Drehkreuz zum Besprengen der Treber 548.
Druckluftschlauchfilter 117.

Ebullioskop 309.
Eiweißstoffe 69.
—, Allgemeines über die 69.
—, Bestimmung der — nach Kjeldahl 73.
—, — — in Hefe 245, 246.
—, — — — Maischen usw. 237.
—, Eigenschaften der 69.
—, Einteilung der 70.
—, Entstehung der 72.
—, lösliche — der Kartoffel 29.
—, Molekulargröße der 69.
—, Reaktionen der 70.
—, — — mit Millons Reagens 70.
—, — — — Triacidlösung 70.
—, Spaltung, enzymatische der 85 ff.
—, Verhalten der — bei der Dämpfung 195.
—, Verhältnis der — zur Fuselölbildung 295.
—, — — — — Vermehrung der Hefe 246.
—, Vorkommen der 69.
—, Zusammensetzung der 69.
Eiweißspaltung bei der Atmung der Hefe 250, 251.
— — — Bildung von Fuselöl 245.
— — — — — Hefe 565.
— durch die Hefe in der Gärung 565.
—, — — Milchsäurestäbchen 349.

Eiweißspaltung, ungenügende, als Ursache der Flockung von Hefe 264, 279, 320.
Emulsin 84.
Endotrypsin 87, 243.
Endotryptase 87, 243.
Endwürze, Konzentration der 570.
—, Menge der 562.
—, Verdünnung der — im Verhältnis zur Einmaischung 562.
—, Vergärung der 593.
Entfettung von Mais 205.
Entkeimungsmaschine 163.
Enzyme 73.
—, Allgemeines über die 73.
—, Art der 74, 75. 110.
—, Eigenschaften der 73.
—, Einteilung der 76.
— der Eiweißspaltung 84.
— — Fettspaltung 76.
— — Hefe 261.
— — Kohlenhydrate 76.
— — Sauerstoffübertragung 76.
— — Zuckerspaltung 76.
—, Tätigkeit der 74.
—, Wirkung der 74.
Eosinfärbung der Gerste 10.
Ernährung der Hefe bei der vermehrten Lüftung 565.
Erythrodextrine 52.
Essigsäure, Bildung von — durch Bacillus Wehmeri 317.
—, — — — — — Bakterium industrium 332.
—, — — — — — — oxydans 331.
—, — — — — — Flockenmilchsäurebakterien 321.
—, Eigenschaften der 296.
—, Faktor für — bei Titration mit n-Natronlauge 226.
—, Wirkung der — auf Hefe 251.
Essigsäurebakterien 330.
Eurotium oryzae 154.
Extraktgehalt, Bestimmung des — im Malz 167 ff.

Fadenform der Bazillen 310.
Feinsprit 303.
—, Prüfung von — mit Kaliumpermanganat (1 : 1000) 303.
Feinspritautomaten 492.
Ferment glucosique 83.
Fermentatio 229.
Fermentum 229.
Fett, Bestimmung von — in Getreide usw. 15.
—, — — — — — Maischen usw. 227.
—, Entfernung von — aus Maisschrot 205.
—, Gehalt der Kartoffel an 29.
—, Spaltung von — durch Dämpfung 195.
—, — — — Lipase 92, 93.
Fettgehalt der Hefen 242.
Fettgehalt im sterbenden Plasma 243.
Fettsäuren 76, 113.
Feuerung der Kessel 631.
—, automatische 631.
—, Kontrolle der 631.
—, Planrost 631.
—, Schrägrost 631.
—, Treppenrost 631.
Flockenhefe 264.
—, Bildung durch Flockenmilchsäurebakterien 264, 319, 320.
—, Prüfung von Preßhefe auf 279.
—, Ursachen, andere, der Bildung von 264, 279, 320.
—, im alten Verfahren 412, 421.
—, — neuen Verfahren 563, 591.
Flockenmilchsäurebakterien 319.
—, Bacillus Listeri 320.
—, Tätigkeit der 319.
—, Ursache der Flockung der Hefe 321.
—, Verhalten der — gegen Hefe 320.
—, — — — Säuren 320, 322.
—, Vorkommen der 319.
Formaldehyd 46, 72.
Frohbergtypus 81, 257.
Fruchtwasser aus Rohkartoffeln 213.
—, Benutzung von — zum Maischwasser 214.
—, Bestandteile des 213.
—, Dämpfung ohne Ablassen von 214.
—, Wirkung des — auf die Pektinstoffe 215.
Fructose 54.
—, Bestimmung der 67.
Furfurol 56, 81, 303.
—, Nachweis von — im Alkohol 302.
Fuselöl 249.
—, Abscheider 476.
—, Bestimmung 299—301.
—, Bildung 249, 295.
—, Gewinnung 294, 492.
—, Gehalt des Rohspiritus 294.
—, Säuren des 295.
—, Untersuchung von — auf Alkohol 304.
—, — — — — Gehalt an 304.
—, Zusammensetzung und Eigenschaften von 294, 295.

Gärbottiche des alten Verfahrens 400 ff.
— — neuen Verfahrens 579.
Gärhefen 261, 262, 603.
Gärkraft der Hefe 246.
—, Hemmung der — durch Alkohol 249.
—, — — — — Säuren 253.
— in der Hauptgärung 254.
— — — Nachgärung 254.
—, Verhältnis der — zum Stickstoffgehalt 246.
Gärung 228 ff.
—, Einleitung der 334 ff.

Gärung, Erreger der 235.
—, Formel für die — nach Gay-Lussac 232.
—, fuselfreie — mit Reinzuchthefe 295.
—, Geschichtliches über die 235.
—, Produkte der 249.
—, Proteolyse = Eiweißspaltung während der 251, 252.
—, Sammelwirkung zweier Funktionen der Hefe 250, 261.
—, Verhalten der — bei Luftabschluß 250, 251.
—, — — — — Lüftung 250, 251.
—, — — — ohne Lüftung 251.
—, Wärmeerzeugung bei der 255.
—, wilde (Roggen-) 412.
—, Wirkung der Stoffwechselprodukte der Hefe auf die 253.
—, Zuckerzersetzung = zymatische Arbeit der Hefe in der 251, 252.
Gärungserreger 235 ff.
—, Allgemeines über die 235 ff.
—, Fortpflanzung der 235, 236.
—, Größe der 236.
—, Optimaltemperaturen der 238.
—, Reinzüchtung der 238.
—, Vermehrungsfähigkeit der 236.
—, Vermögen der —, Sporen zu bilden 237.
—, Verschiedenheit der Lebenstätigkeit der 238.
—, Widerstandsfähigkeit der — gegen Wärme 237.
—, — — — — Wasserentziehung 238.
Gärungserzeugnisse 290—298.
Gärungsgleichung 290, 292.
Gärungsorganismen 230, 235.
Gärungssaccharometer (Einhorn) 289.
Gärwirkung der Hefe, Abhängigkeit der — von der Konzentration 564.
— — —, Doppelwirkung von Peptase und Zymase 565.
— — —, Hemmung der — durch Alkohol 566.
Gerste 9 ff.
—, Aschengehalt der 16.
—, Aschenzusammensetzung der 16.
—, Aussehen der 13.
—, Brenn- 9, 10.
—, Eigenschaften der — zur Vermälzung 95.
—, Eiweißbestimmung in der 14.
—, Eiweißgehalt der 10, 16.
—, Entfernung der Halbkörner 118.
—, Eosinfärbung der 10.
—, Fettgehalt der 15.
—, Geruch der 13.
—, Hektolitergewicht der 10.
—, — Bestimmung der 10.
—, Keimfähigkeit 12.
— für das Lüftungsverfahren 503.
Gerste, Mehligkeitsgrad der 11.
—, Prüfung der — auf Schwefelung 13.
—, Reinigung der — für die Mälzerei 116, 117.
—, Rohfaserbestimmung in der 15.
—, Sortierung der 119.
—, Stärke aus 48.
—, Stärkewertbestimmung der 15.
—, Tausendkörnergewicht der 10.
—, Wasserbestimmung in der 13.
—, Zusammensetzung der 15, 16.
Gerstenschneider 11.
Gerstenweichen 121.
—, eiserne, mit Lüftungseinrichtung 123.
—, einfache 122.
— mit Lüftungs-Waschung und -Förderung 124—128.
Geschichtliche Entwickelung der Preßhefenfabrikation 1—8.
Gewinnung des Alkohols, Allgemeines über die 447.
— — — durch Destillation 448.
— — — aus der vergorenen Maische 447 ff.
— — — — — — — Würze 616 ff.
Gewinnung der Hefe aus dem Hefenschaum des alten Verfahrens 415 ff.
— — der vergorenen Würze 593.
— — — — — — — — mit Absetzschiffen 594.
— — — — — — — — durch Zentrifugieren 594 ff.
Gifte für die Hefen 252, 253.
—, bestimmte Grenzzahlen für die 253.
Glasmalz 156.
Glukase 76, 81, 83, 84.
—, Eigenschaften der 83.
—, Vorkommen der 83.
Glutamin in keimenden Pflanzen 112.
Gluten 58.
Glycerin 76, 92, 93, 113, 195, 244.
—, Eigenschaften des 297.
Glykogen 247.
—, Bestimmung des — in Preßhefe 280.
—, Eigenschaften des 247.
—, Verhältnis des — zum Eiweiß 247, 249.
—, Vorkommen des, in Hefe 261, 263.
—, — — — — Preßhefe bei schlechtem Auspfunden 614.
Granulobakter, saccharobutyricum 329.
—, saccharobutylicum 329.
Grauhefe 431.
—, Reinigung der abgewässerten Hefe von 431, 432.
Großwasserraumkessel 625.
Grünmalz 113 ff.
—, Naßschrotmühle für 180.
—, Prüfung von 165.
—, Quetschen für 178, 514.
—, Transport von 157, 182, 516.
—, Verhältnis von — zu Darrmalz 155.

Grünmalz, Zerkleinerung von 175.
—, — — — mit dem Malzmilchapparat 176, 177.

Hafer 19.
—, Aschengehalt in 20.
—, Aschenzusammensetzung bei 20.
—, Begutachtung von 19, 20.
—, Eiweißgehalt des 20.
—, Fettgehalt des 20.
—, Pentosangehalt des 20.
—, Stärke aus 48.
—, Schrotung von 188.
—, Zusammensetzung von 20.
Hafermalz 19, 150, 151.
Handpumpe für Hefenpressen 438.
Hauptmaische des alten Verfahrens 398.
—, Angärung der 406.
—, Ausreifung des Schaumes der 407.
—, Gärung der 406.
—, — — mit Lüftung 413.
—, Herstellung der 402.
—, Vergärung der 423.
—, Zählen der Zellen in der abgeschöpften 421.
Hektolitergewichtsbestimmung (Gerste) 10.
Hefe, Alkoholbildung durch 254, 566.
—, Alkoholertragung von 254, 566.
—, Aufbau der 241.
—, Aufnahme der Nährstoffe zum Zellenaufbau 249.
—, Aussaat von — bei Gegenwart von Ammoniakstickstoff 248.
—, Bestandteile der 245 ff.
—, Einfluß der Konzentration der Maischen auf die 249.
—, — — Temperatur auf die 245.
—, — — — — — — Lebensfähigkeit der 245.
—, — — — — — — Vermehrung der 245.
—, Eiweißaufnahme durch die 245.
—, Eiweißaufspeicherung durch die 245.
—, Eiweißgehalt der 245.
—, Entziehung des Wassergehalts der 245.
—, Enzymgehalt der 247.
—, Ernährungsbedingungen der 247.
—, Erzeugung von — im Verfolge der Atmung 254.
—, Extrakt aus 248, 249.
—, Farbe der 275.
—, Färbungsvermögen toter 245.
—, Fettgehalt der 242, 247.
—, Form der Zellen der 241.
—, gärende, nicht gärende 240.
—, — oder wachsende 250, 251.
—, Geruch von Preß- 274.
—, Gifte für die 252 ff.
—, Glykogengehalt der 247.
—, Graufärbung von 275, 276.
—, Haltbarkeit der 277.
Hefe, Hauptgärung, — in der 254.
—, Hemmung von — durch Alkohol 249.
—, Kulturhefen 255 ff.
—, Lebensbedingungen der 247 ff.
—, Luft(Sauerstoff)bedürfnis der 250.
—, Lüftung der 250, 251.
—, Merkmale, äußere, der 275.
—, Nachgärung, — in der 254.
—, Nährlösung für 248.
—, Nährstoffe der 248.
—, Optimum der Maischkonzentration für die 255.
—, — — Temperatur für die 255.
—, Protoplasma der 241.
—, — — verschiedenen 241, 242.
—, Rassen der 240.
—, Reinzucht von — nach Hansen 239.
—, — — — — — Lindner 239.
—, Reizstoffe für die 252.
—, Schlagfestigkeit der 241.
—, Schutz der Kalksalze für die — gegen Getreidegifte 252.
—, — des Zuckers für die — gegen viel Säure 254.
—, Spalt- 240.
—, Stickstoffgehalt der 246.
—, Stoffwechselprodukte der 249.
—, Tötungstemperaturen und tödliche Giftmengen für die 253.
—, Untersuchung der 274 ff.
—, Ursache des Luftbedürfnisses (Sauerstoff-) der 250.
—, Vacuolen im Plasma der 242.
—, — — — — — toten oder sterbenden 242.
—, Vacuolenkörnchen der 242.
—, Verhalten der — gegen Dextrine 53.
—, — — — Essigsäure, Buttersäure, Milchsäure 251.
—, — — — Freunde und Feinde in der Maische 251.
—, — — — Metallsalze u. Mineralsäuren 252, 253.
—, Verhältnis des Stickstoffgehalts der — zur Gärkraft 246.
—, Vermehrung der 244.
—, — — durch Spaltung 244.
—, — — — Sprossung 244.
—, Wassergehalt der 245.
—, Wilde 240.
—, Wirkung der Lüftung auf die 250, 251.
—, — — Stoffwechselprodukte auf die 253.
—, Zellinhalt der 241.
—, — — toten und lebenden 243.
—, Zellkern der — -zellen 243.
—, Zellwand der — -zellen 240.
—, — — —, Verhalten gegen Kupferoxydammoniak 246.
—, Zählung der -zellen in der Hauptmaische, altes Verfahren 421.
Hefenbeutelpresse 146.

Hefengifte 251 ff.
Hefenmischmaschine 443.
Hefennährmittel 91.
Hefenpeptase 87, 243, 248.
Hefenpilze 240 ff.
—, Begriff der 241.
—, Differenzierung der 240.
—, sporenlose 240.
Hefenpfund- und Teilmaschine 445, 446.
Hefenpressen 435 ff.
Hefenpumpe mit Exzenterantrieb 439.
Hefenreinzucht 267 ff.
Hefensatz s. Kunsthefen 334.
Hefenschaum, Abschöpfen des 415.
—, Abwässern des 423.
—, Ausreifung des 407.
—, Bildung des 406.
—, Kriterien der Reife des 410.
—, Reife des 408.
—, Tätigkeit der Hefe in dem 409.
Hefenschüttelsieb 426, 427.
Hefenseparatoren 594.
— mit Elektromotorantrieb 596.
— — Schnurantrieb 597.
— — Turbinenantrieb 595.
Hefensiebmaschine 424.
Hefenwaschwasser in der abgeschöpften Maische 422.
— — — Schlempe 403.
Hefenzylindersieb 425.
Hefenzentrifugen 594.
Heißwasser, Bereitung von — mit Körtingschem Dampfstrahlinjektor 549.
—, Bereitung mittels kühler und entgeisteter Würze 478.
Heizfläche der Kessel 628.
Heizgase, Untersuchung der — des Kessels auf Kohlensäure zur Kontrolle der Feuerung 631.
Heizwert, Bestimmung des 633.
— des Brennmaterials 633.
Hemicellulosen 81, 109.
Henzedämpfer 195 ff.
—, liegender 198.
—, Mängel des — ohne Rührwerk 196.
— mit Sicherheitsverschluß 195.
—, stehender 196, 197.
—, Vorteile des — mit Rührwerk 197 ff.
Heubazillus 322, 323, 328.
Hexosen 54, 81, 255.
—, Bildung aus Pentosanen 57.
Hydrocellulosen 56.

Ilgesapparate für Feinspriterzeugung aus Maische oder Würze 492.
— — Rohspirituserzeugung aus Maische oder Würze 481.
Intercellularsubstanz 192.
Inulase 76.
Invertase (Invertin) 76, 82, 247.
Invertase, Eigenschaften der 82.
—, Gewinnung der 83.
—, Vorkommen der 83.
Invertzucker 67.
—, Bestimmung von 67.

Jodlösung 51, 223.
Jodreaktion 51, 223.
—, Empfindlichkeit der — gegen Wärme 51.
— auf Glykogen in Hefe 280.
— mit Maischen 223, 224, 541.
Jodstärke 51, 52.
—, Bestimmung von Stärke als 58.
—, Verhalten der — gegen Eisenfeile 52.
—, — — — — Kaliumdichromat 52.
—, — — — — Kaliumpermanganat 52.
—, — — — — Tannin 52.

Kahmhefen 240.
—, Bier als Nährboden für 248.
—, Fettröpfchen in 265.
—, Hautbildung der 265.
—, Infektion durch 266.
—, Nachweis von — in Preßhefe 266.
—, Nährstoffe der 265.
—, Sprossung der 265.
—, Triebkraft der 266.
—, Verhalten der — gegen Alkohol 266.
—, — — — — Ammoniak 266.
—, — — — in Gärungen neben Preßhefe 266.
—, — — — gegen Luft 266.
—, — — — — organische und mineralische Säuren 266.
—, Vermehrungsfähigkeit der 265.
—, Zellen- und Plasmaformen der 265.
Kaliumpermanganatlösung zur Prüfung von Sprit 303.
—, Verhalten der — gegen Jodstärke 52.
Kaliumpermanganatprobe mit Feinsprit 303.
Karlsbergkolben 268.
Kartoffel 26.
—, Begutachtung der 27.
—, Dämpfung der — mit Mais 215.
—, — — als Rohfrucht 211 ff.
—, Eiweißstoffe der 29.
—, Fettgehalt der 29.
— im Lüftungsverfahren 509, 603.
—, Stärke aus 48.
—, Stärkewertbestimmung 27, 28.
—, Verhalten der — bei der Dämpfung 193.
—, Zusammensetzung der 27.
—, — — Asche der 29.
Kartoffelmehl, Zusatz von — zu Preßhefe 437.
Kartoffelschwemme 212, 213.
Kartoffelwagen 28.
Kartoffelwäsche 211, 212.

Kastenmälzerei, einfache — mit Handbetrieb 137, 138.
—, Einrichtung der Felder der 137, 139.
—, Lüftung bei der 138, 139.
— nach Saladin 140.
— — — verbessert 141.
—, Wenden in der 138.
—, mechanischer Wender der 142.
Keimapparat nach Schönfeld 12.
Keimung 101.
—, Bildung von Säuren bei der 113.
—, Einfluß der — auf den Diastasegehalt 106.
—, — — — — — Eiweißabbau 111.
—, — — — — — Fettgehalt 113.
—, — — — — die Lösung 111.
—, — des Lichtes auf die 109.
—, — der — auf den Peptasegehalt 108.
—, Einfluß der Wärme auf die 102.
—, Erzielung des richtigen Gewächses 103.
— von eiweißreicher Gerste 104.
—, Länge des Blattkeims bei der 105.
—, — — Wurzelkeims bei der 105.
—, Lufteinfluß auf die 111.
—, Physiologie der 101.
—, Temperatur, günstigste, der 104.
—, Verlauf, enzymatischer, der 112.
—, Verzögerung der — durch die Lüftung 128.
Kesselspeisewasser 632.
—, Reinigung von 632.
—, Temperatur des 632.
Kesselspeisung 632.
Kesselsteinabscheider 632.
Klapphorden mit Auffangtrichter 161.
Klein(exiguus)hefe 241.
Kochraum, zur Dämpfung von Mais 202, 208.
—, — — — Rohkartoffeln 212, 213.
Kochsaft 90.
Kohlenhydrate 46, 248.
—, Bestimmung der 58.
—, Enzyme der 76—84.
—, Resorcinreaktion der 46.
Kohlenförderung, maschinelle 631.
Kohlensäure, Eigenschaften der 293.
—, Einwirkung der — auf die Hefe 574.
—, als Gärungsprodukt 292, 293.
— in den Heizgasen (Rauchgasen) 631.
— als Stoffwechselprodukt der Hefe 249.
Kokken 310.
Kompressoren für die Lüftung 585.
Kondensation, Theorie der 450.
Kondensator, Anforderungen an einen modernen 450, 451.
—, Wirkung des 449.
Kondenswasserrückleiter 632.
Konzentration der Endwürze 560, 570.
— — Hauptmaische, altes Verfahren 403.
— — Kunsthefe 430 ff.
Konzentration der süßen Maische 369.
— — Stammwürze 560, 563.
— — Vormaische, neues Verfahren 563.
Kornbranntwein 303.
Kornfuselöl 295.
Kugelbakterien 310.
Kühlanlage für die Lagerung von Hefe 442.
— — — Lüftung der Mälzerei 139.
Kühler für den Hefenschaum 415.
— bei der Kunsthefenbereitung 353.
— für die Schlempe 394.
— als Vorwärmer für Maische, Würze oder Wasser 478.
— für die Würze 550.
Kühlwasserverbrauch der Maischapparate 378.
— der Spiritusdestillationsapparate 490.
Kulturhefen 240.
—, Anpassungsfähigkeit der 255.
—, Degeneration der 263, 264.
—, Fettgehalt der 242.
—, Form der Zellen der 241.
—, Größe der Zellen der 241.
—, Hautbildung der 258.
—, Herkommen der 255.
—, Sprossung der 244.
—, Trennung der — von Unterhefe 255.
—, —, physiologische, der — durch ihr Verhalten gegen verschiedene Zuckerarten 257.
—, Typus der Saaz- und Frohberghefe 259.
—, Verhalten der — gegen Eiweißstoffe 263.
—, — — — auf Gelatine 259.
—, — — — gegen Melitriose 258.
—, — — — — Wärme 259.
Kulturmilchsäurebazillus 310—314, 333.
Kunsthefe, Abkühlung der 354 ff.
—, Anstellung der 352 ff.
—, Bereitung der 336 ff.
—, Einwirkung der Lüftung auf die gärende 358.
—, Feststellung der Reife der 358, 359.
—, Geschichtliches über die 334.
—, Reife der gärenden 357.
Kunsthefenbereitung nach Bauer 368.
— — Bücheler 367.
—, Durchführung der 345, 346.
—, Kühlung bei der 354.
—, Maschinen der 341.
—, Praxis der 340.
—, Rohstoffe der 338.
—, Theorie der 336.
—, Verfahren, besondere, der 365.
Kurzmalz, diastatische Kraft des 109.

Laboratorium des Preßhefenfabrikanten 624.
Lackmuspapier 226.
Laktacidase 91.
Laktase 76, 84.
Lactobacillus Delbrücki (Beijerinck) 318.

Lactobacillus Fermentum 318.
Langmalz 105.
—, diastatische Kraft von 109.
Läuterbatterie 553.
Läuterboden 549.
—, Teilung der 550.
Läuterbottiche 549.
—, Armatur der 550.
—, Einlauf der Maische in den 551.
—, Form der 554.
—, Konstruktionen, verschiedene 553.
—, Rohmaterial der 555.
Läuterfläche der Böden 551.
Läuterhähne 551.
—, Stellung der 553, 560.
—, Zahl der 551.
Läuterung der Maische 546.
—, Durchführung der 557.
—, Kontrolle der 558.
—, Stellung der Hähne bei der 560.
—, Teig bei der 552.
—, Zweck der 547.
Lävulose 16, 54.
—, Bestimmung der 47.
— in keimender Gerste 109.
Lecithin in Hafer 20, 90.
Leistung der Destillationsapparate 490.
Leucin in keimenden Pflanzen 112.
Lipase 92, 243, 247.
—, Auffindung der 92.
— im Hefenpreßsaft 93.
—, Vorkommen der 92.
—, Wirkung der 93.
Lösung des Malzes 111 (s. a. Keimung).
—, Eiweißabbau bei der 112.
Luftfilter 574, 586.
Lufthefenrohspiritus, Eigenschaften des 617.
—, Gewinnung des 616.
—, Reinigung des 617.
—, Trennung des — vom Aldehyd 617.
Luftkompressoren 584 ff.
Luftmesser 589.
Luftsammler 587.
Lüftung beim Abschöpfen des Hefenschaumes 420.
—, Art der 574, 592.
—, Einfluß der — auf das Wachstum der Hefe 564, 574.
— in der Gärung des neuen Verfahrens 563.
— beim Läutern zur Lockerung der Treber 548, 560.
—, Stellhefengewöhnung an die 576.
—, Ursache und Folge der 250, 251.
— im Wiener Verfahren 414.
—, Züchtung von Wuchshefe durch 251.
Lüftungsverfahren 500 ff.
—, Abwässer des 621.
—, Arbeitsweisen, besondere, im 611.
—, Entstehung des 500.
—, Gewinnung des Alkohols im 616.
Lüftungsverfahren, Gewinnung der Hefe im 593, 594.
—, Gärbottiche des 579.
—, Gärung der Würze im 562, 588.
—, Herstellung der Maische für das 519.
—, Läuterbottiche des 553.
—, Läuterung im 546, 557.
—, Luftkompressoren für das 584.
—, Praxis der Maischung im 537.
—, Pressen der Hefe und deren Versand im 613.
—, Rohstoffe des 502.
—, Trebertrocknung 618.
—, Verarbeitung von Kartoffeln im 603.
—, — — Melasse im 606.
—, Vorbereitung der Rohstoffe im 513.
—, Vorgänge, theoretische, der Maischung im 519.
—, Vormaischbottiche des 532.

Mahlgänge für Getreide 185, 186.
Mais, Aschengehalt des 23.
—, Ausblasen des gedämpften 209.
—, Begutachtung von 20, 22.
—, beschädigter 21.
—, Dämpfung von — mit Kartoffeln 215.
—, — —, als Schrot 191.
—, Eiweißgehalt von 23.
—, Entfettung von 205.
—, Ersatz von — durch Kartoffeln 213.
—, Lagerung von 22.
— im Lüftungsverfahren 507.
—, Mälzung von 151, 152.
—, Pentosangehalt des 23.
—, Schrotung von 189.
—, Sorten von 20.
—, Spiritus aus 22.
—, Stärke aus 49.
—, Stärkegehalt im 22.
—, Wassergehalt im 22.
—, Zusammensetzung von 22.
Maiskochen im alten Verfahren 380.
Maismalz 152.
Maisschrot 189.
Maischapparate des alten Verfahrens 373 ff.
—, Kühler der 377.
—, Kühlwasserverbrauch der 378.
—, Wannenform der 378.
—, Zentrifugal- 373.
Maisch- (Vormaisch-) Apparate des neuen Verfahrens 532 ff.
—, Form und Größe der 522, 532.
—, Rohmaterial der 521.
—, Theoretische Anforderungen an die 520.
Maische, Begriff der 227.
—, chemische Prüfung der 224.
—, Einfluß der Konzentration der — auf die Alkoholbildung 254.
—, Einfluß der Konzentration der — auf die Hefenbildung 249.

Maische, Form der — zur Jodprüfung 224.
—, — — — — — Saccharometrierung 222.
—, — — — — — Säurebestimmung 227.
—, Optimum der Konzentration der 255.
—, — — Temperatur der 255.
—, Prüfung der — auf Diastase 223.
—, — — — — mit Jod 223.
—, —, mikroskopische, der 227.
Maische (süße) des alten Verfahrens 380 ff.
—, Abmaischtemperatur der 385.
—, Apparate für die Bereitung der 372.
—, Bereitung der 372.
—, — — — mit Darrmalz 380 ff.
—, — — — — — Grünmalz 384 ff.
—, Herstellung der 380.
—, Kühler der 388.
—, Milchsäurebildung in der 389.
—, Theorie der 369.
—, Untersuchung der — auf Säure, Zucker, Verzuckerung 387 ff.
—, Verhalten der Diastase in der 371.
—, Verteilung der — in die Hauptmaische 405.
Maische des Lüftungsverfahrens: Die Einteigtemperatur der 524.
—, Gärung der — als Würze 563.
—, Herstellung und Säurung der 537.
—, Läuterung der 546.
—, Sterilisierung der gesäuerten 528.
—, Theorie der Herstellung der 519, 523.
—, Verzuckerungstemperatur der 525.
—, — — — abhängig von der Art der Säurung 528.
Maischmühle 177.
Maischpumpe 177.
— für Destillationsapparate 458.
—, Verwendungsarten der 178, 179.
Maischthermometer 376.
Makrokokken 310.
Maltase 76, 83, 84, 255.
—, Eigenschaften und Vorkommen der 83.
Maltodextrine 52.
Maltose 16, 52, 53, 255.
—, Bestimmung der 67, 225.
—, Gewinnung der 54.
—, Vergärbarkeit der 54.
—, Verhalten der — gegen Fehlingsche Lösung 54.
—, —, optisches, der 54.
—, Verhältnis der — zu Dextrin 54.
—, Zusammensetzung der 54.
Malz aus anderem Getreide wie Gerste 150.
Malzbereitung 95 ff.
Malzkeime, Amidgehalt der 249.
—, Gewinnung der 162 ff.
—, Prüfung der — auf Bleichung 173.
—, — — — — Säure 154.
—, Reinigung der 164.
Malzkeime, Untersuchung und Begutachtung von 173.
— im neuen Verfahren 508.
—, Zusammensetzung der 174.
Malzmilchapparat 176.
Malzpoliermaschine 164.
Malzputz- und Entkeimungsmaschine 162, 163.
— —-polieranlage 166.
Malzschrotmühle 186.
Malztennen 130.
—, Anlage von 131.
—, Beschaffenheit der 131.
—, Größe der 132.
Mälzerei, Begriff der 95.
—, Durchführung der 130.
—, Keimfähigkeit des Rohmaterials für die 96.
—, Mindesthektolitergewicht der Rohstoffe der 96.
—, pneumatische, nach Saladin 140.
—, —, mit Handbetrieb 137.
—, —, — Trommeln 143.
—, Praxis der 115.
—, Rohstoffe der 95.
—, Verhältnis des Eiweißgehalts der Rohstoffe der — zur Diastasebildung 95.
—, Weiche in der 97.
Manioka, Aschengehalt der 25, 29.
—, Aschenzusammensetzung der 29.
—, Herkunft der 24.
—, Stärkewert der 25.
—, Schrotung der 189.
—, Verarbeitung der 25.
—, Zusammensetzung der 25.
Mehrhaufenkeimtrommel 144, 145.
Melasse, Aschenzusammensetzung der 32.
—, Herkunft der 31.
— im Lüftungsverfahren 510, 606.
—, Prüfung, physiologische, der 33.
—, Schwervergärbarkeit der 35.
—, Untersuchung der 33.
—, Vergärung, beste, der — durch Bierhefe 259.
—, Zusammensetzung der 32.
Melibiase 84.
Melibiose 84.
Melitriose 16, 55.
—, Zusammensetzung und Eigenschaften der 55.
Melizitase 76, 84.
Melizitose 84.
Meßapparate für Spiritus und Alkohol 485 ff.
Mikroskopische Prüfung der Maische 227.
Milchsäure, Assimilation der — durch Hefe 248.
—, Bildung der — durch Bakterien 311.
—, Eigenschaften der 297, 298.
—, technische 313.

Milchsäure, Vorkommen der — in Kartoffeln 29.
—, Wirkung der — auf Hefe 251.
Milchsäurebakterien 311 ff.
—, Allgemeines über die 311.
—, Anreicherung der 323.
—, Arten, verschiedene, der 311.
— der Flockung der Hefe 319.
— in der Kunsthefe des alten Verf. 348.
— — — Maische des neuen Verf. 526.
— der Milch 312.
—, nützliche und unschädliche 310—316.
—, Reinzucht der 322.
—, schädliche 317—320.
—, Tätigkeit der — bei der Nachsäurung 363, 411.
Milchsäurefaktor für Titration mit n-Natronlauge 226.
Milchsäurereinzucht 322.
Milchsäurereinzuchtapparat 324.
Milchzucker 84.
Mischhefe 437.
Mischhefe, genaue Herstellung von 444.
Mischmaschinen für Hefe 443.
Montejus 391.
Mucor stolonifer 334.
Mutterhefe 356.
—, Abnahme der 356.
—, Menge der 356.

Nachgärung infolge der Nachverzuckerung 421.
Nachsäurung der Hauptmaische 411, 422.
— — Kunsthefe 363.
Nachverzuckerung der Hauptmaische bei der Gärung 421.
Nähr-Agar-Agar 239.
Nähr-Gelatine 239.
Nährlösungen 248.
Nährsalze 248.
Naßschrotmühle 181.
— für den Grünmalztransport 182.
— — das Lüftungsverfahren 515.
—, Verwendungsarten der 182.
Natronlauge, Normal-(n-) 225.
Natronstärke 51.
—, Bestimmung der Stärke als 59.
Natürliche Reinzucht 238.
Nucleine 247.
—, Heilwirkung der 247.
—, Wirkung, giftige, der 247.
—, Zersetzung der — durch Kochen 247.
Nucleolus 243.
Nucleus 243.

Oberhefen 256.
—, Art des Plasmas der 256.
—, Enzymgehalt der 259.
—, Form der Zellen der 256.
—, Verhalten der — gegen Alkohol 260.
Oberhefen, Verhalten der — bei der Gärung 256.
—, — — — auf Gelatine (Riesenkolonien) 259.
—, — — — — bei der Sprossung 256.
—, — — — — gegen Wärme 259.
—, — — — beim Zerreiben mit Wasser 257.
—, — — — in Zuckerlösung 257.
Oïdium lactis 333.
Osazone der Zuckerarten 52, 53, 54.
Oxalsäure aus Stärkemehl 51.
Oxide végétal 230.
Oxycellulosen 56, 81, 109.
Oxydasen 93, 247.
—, Tätigkeit und Vorkommen der 93.

Pankreassaft 85.
Pasteurisieren 237.
Pasteurkolben 268.
Patente im Bereiche der Preßhefenfabrikation 640 ff.
Pediokokken 310.
Pediococcus acidi lactici Lindner 316.
— Hennebergi 316.
— Lindneri 316.
Pektine, Einfluß der Dämpfung auf die — der Rohkartoffel 215.
—, — — — — — — — Trockenkartoffel 216.
— der Kartoffel 29, 215.
Pénicillium glaucum 333.
Pentosane 15, 20, 23, 29, 56, 81.
—, Bildung der 57.
—, — — — in keimender Gerste 112.
—, Eigenschaften der 56.
— in den Maischen 225.
— — der Schlempe 57.
—, Übergang von — in Arabinose und Xylose 56.
—, — — — in Hexosane 57.
—, Vergärbarkeit der 56, 57.
—, Zusammensetzung der 56.
Pepsin 58, 85, 247.
Peptase der Hefe 87, 247, 248.
— aus Bierhefe 252.
—, Eigenschaften der 86, 87.
—, Tätigkeit der 87.
—, Verhältnis der — zu Diastase 110.
—, — — — — Zymase 566.
— des Malzes 76, 86, 108, 249.
—, Entdeckung der 86.
—, Vorkommen der 86.
—, Wirkung der 86.
Peptatische Arbeit der Milchsäurebakterien 349.
Peptone 71, 85.
Peptonhefen 263, 264.
Peptonisierung der süßen Maische 382, 389.

Peptonisierung der Maische des neuen Verfahrens 524.
Peroxydiastase 81, 109.
Phenylhydrazin, Verhalten von — gegen die Zuckerarten 52, 53, 54.
Pistoriusapparat 453.
Pläne von Preßhefenfabriken 639.
Plumula 101.
Pneumatische Mälzerei 136 ff.
— Transportanlagen 157.
Polypeptide 71, 85.
Polysaccharide 33.
Pombehefe 81, 240.
Praxis der Dämpfung 202 ff.
— — Maischung im alten Verfahren 372.
— — — — neuen Verfahren 537.
— — Malzbereitung 115.
Präzisionsmeßapparat 485.
— mit Probenehmer 486.
Pressen (Filterpressen) für die Hefe 435.
Pressung der abgewässerten Hefe 434.
— — der separierten Hefe 614.
Preßhefen (Oberhefen), Anforderungen an 260.
—, Bild, mikroskopisches, gesunder 263.
—, chem.-physiol. Prüfung von — auf Bierhefe 289.
—, — — — — — Stärke 282.
—, — — — — — — durch den Wassergehalt 283.
—, — — — — — Triebkraft 284—288.
—, Darbietung der Nährstoffe an die 261.
—, Degenerierung der 263, 264, 279.
—, Enzymgehalt der 259, 261.
—, Entwickelung aus anderen Hefen 260.
—, Flockung von 264, 265.
—, Graufärbung von 275, 276.
—, Haltbarkeit der 263.
—, Heranzüchtung von 262.
—, Hautbildung der 258.
—, Prüfung von — mit Farbstoff auf tote Zellen 280.
—, — — — auf Flockneigung 278.
—, — — — — Glykogen (mit Jod) 280.
—, — — — — Stärke (mit Jod) 280.
—, — — — mit der Strich- oder Tröpfchenkultur nach Lindner auf Bierhefe, Kahmhefe, Bakterien usw. 280.
—, —, mikroskopische, auf Kahmhefe direkt 278.
—, Reihe der Entwickelung der — aus Bier-(Unter)hefe 264.
—, Schlagprobe mit 277.
—, staubige 263.
—, Sprossung von 256.
—, Trennung der — von Bierhefe 258.
—, Untersuchung von — mikroskopische 278—282.
—, — — — auf Haltbarkeit 276.
Preßhefen, Untersuchung von — auf Kahmhefe 276, 280.
—, — — — — Merkmale, äußere 274—278.
—, — — — — Schimmelpilze 276—280.
—, Ursachen der Flockung von 279.
—, Verhalten von — auf Gelatine (Riesenkolonie) 259.
—, — — — gegen Melitriose 258.
—, — — — beim Versand 277.
—, — — — gegen Wärme 259.
—, — — — — Zuckerarten 257.
—, — — — in Zuckerlösung 257.
—, Zellform der 256.
Preßhefenfabrikation, Begünstigung der Atmung der Hefe für die 262.
—, Darbietung der Nährstoffe in der 262.
—, Geschichtliches der 1—8.
—, Nährstoffe in der 262.
—, Regelung des Wachstums der Hefe in der 262.
—, altes Verfahren der 369 ff.
—, neues Verfahren der 500 ff.
—, Zweck der 262.
Primasprit, Prüfung mit Kaliumpermanganat (0,2 : 1000) 303.
Proteïne siehe Eiweißstoffe 69.
Proteosen 85.
Protoplasma 241.
Ptyalin 78.
Pumpen für Hefenpressen 438, 439.
— — Spiritusdestillationsapparate 457.
Putzereianlagen für Getreide 120.

Quellstöcke 121 ff.
Quetschen von Grünmalz 514.
— — Roggen 517.

Radicula 101.
Raffinase 84.
Raffinose 16, 55, 84.
Reimanns Kartoffelwage 28.
Reinigung der Abwässer der Fabrikat. 622.
— des Hefenschaumes durch Abwässern 428.
— — — von der Grauhefe 431.
— — — durch Sieben 423.
— des Rohmaterials 115, 201.
— — Rohspiritus 490 ff.
Reinigungsanlagen 120, 121.
Reinigungsmaschinen 116—120.
— für Gerste 116, 117.
Reinzucht, absolute 238, 239.
— von Hefe 267.
— — Stellhefe 268.
—, Theorie und Praxis der 268 ff.
—, — — — — — nach Hansen 269.
—, — — — — — — Lindner 270.
—, natürliche 238.
Reinzuchtapparate nach Lindner 271.

Reis, Abfälle von — als Viehfutter 24.
—, Aschengehalt von 24.
—, Begutachtung von 24.
—, Herkunft des 23.
—, Rohfasergehalt des 24.
—, Schrotung von 24, 189.
—, Stärke aus 49.
—, Verarbeitung von 24.
—, Zusammensetzung von 24.
Reismalz 24.
Reizstoffe für die Hefe 251, 253.
Rektifikation = Reinigung des Rohspiritus 490, 491.
—, wiederholte Verdampfung von Alkoholwassergemischen behufs Anreicherung der Dämpfe an Alkohol 449.
Riemenscheiben 637.
Riesenkolonien 259.
Ringschmierlager 637.
Roggen 17.
—, Aschenzusammensetzung des 18.
—, Begutachtung von 17.
—, Einfluß der Düngung auf die Zusammensetzung von 18.
—, Eiweißgehalt des 17, 18.
—, Gummi 18.
— im Lüftungsverfahren 505.
—, Quetschen für 517.
—, Schrotung von 188.
—, Sorten, verschiedene, von 17.
—, Stärke aus 48.
—, Stärkegehalt des 18.
—, Tausendkörnergewicht des 18.
—, Untersuchung von 17.
—, Verarbeitung von — in Mischung verschiedener Sorten 18.
—, Zusammensetzung von 18.
Roggenmalz 150, 151.
Roggenschrot, Hefengift aus 18.
Rohrzucker 16, 55.
—, Eigenschaften und Zusammensetzung des 55.
— in keimender Gerste 109.
Rohspiritus 299.
—, Beurteilung, allgemeine, von 302.
— aus Melasse 31.
Rostfläche der Kessel 634.
Rotationshochdruckgebläse 586.
Rotationskompressor für die Lüftung der Gerstenweichen 123.
Rotierender Luftkompressor 588.

Saaztypus 81, 259.
Saccharometer nach Balling 218.
—, Angaben des — und die entsprechenden spezifischen Gewichte 219.
— mit Thermometer und Korrekturskala 218, 221.
— für die Vergärung 222.
Saccharometrie 217.
Saccharometrie, Wichtigkeit der — für den Betrieb 223.
—, Zweck der 218.
Saccharomyceten 240.
Sammelbehälter für die separierte Hefe 601.
— — das Hefenwasser 431.
— — die vergorene Maische 431.
— — — — Würze 601.
Satzmaischen s. Kunsthefen 336 ff.
Sauerstoffbedürfnis der Hefe 250.
—, Befriedigung des 250.
—, Ursache und Folgen des 250, 251.
Säurebestimmung in den Maischen 225.
— im Malz 172.
— durch Titration mit Lackmuspapier als Indikator 225, 226.
Säuregrad, Bedeutung des — und Beziehung des — auf 100 ccm 226.
— der Hauptmaische des alten Verf. 405.
— — Kunsthefe des alten Verf. 348, 350.
— — Maische des neuen Verf. 527.
— — Stammwürze 531.
— — sterilisierten gesäuerten Maische 546.
Säurung der Kunsthefe 345.
—, Dauer der 351.
—, Praxis der 351.
—, Theorie der 348.
— der Maische des neuen Verf. 524 ff.
—, Art der 544.
— mit oder ohne Aussaat 530, 542.
—, Dauer und Stärke der 544.
—, Gleichheit der 545.
—, Verhalten der — zur peptatischen Arbeit der Milchsäurebakterien 545.
—, Wahl der Verzuckerungstemperatur nach der 529.
Säurungskammer 347.
Säurungstemperaturen der Maische des neuen Verfahrens 526.
Schaumbildung bei den gärenden Würzen 576.
Schimmelpilze 235.
—, Gehalt der, an Enzymen 333.
—, Übergang der — in Hefenpilze 241.
Schlagprobe der Preßhefen 277.
Schlauchfilter 118.
Schlempe 43.
—, Herkunft der 43.
—, Herstellung der 390.
—, Klärung der 44.
—, Kochung der 393.
—, Kühlung der 394.
—, Nährwert der — für die Hefe 45.
—, Wichtigkeit der — für die Hefe 43.
—, Zusammensetzung der 44, 45.
—, Zusatz von — zur Hauptmaische 399.
Schlempeheber, automatischer 480.
Schlempekocher 391 ff.

Schlempetrocknung 394.
Schrotung von Getreide 184 ff.
Schüttelrinne 155, 518.
Schwänzwasser, Auslaugung — mit unter Lüftung 560.
—, Aussehen der 552.
—, Ergänzung des — durch Ausnutzung der Wärme der entgeisteten Würze 479.
—, Kontrolle der 549, 558.
—, Temperatur der 548.
—, Zahl der 552.
Schwefelsäure, Zusatz von — in die Hauptmaische des alten Verfahrens 399, 404.
—, — — — — — Würze des neuen Verfahrens 576, 590.
—, Wirkung der — auf die Flockung und die Kahmhefen 578.
Schwefelsäurefaktor für die Titration mit n-Natronlauge 226.
Schwelkmalz 157.
Schwimmgerste 125.
Sekundasprit 303.
Sekretionsdiastase 77, 96.
Selbstverdauung der Hefe 249.
Separieren der vergorenen Würze 599.
Sortiermaschine 119.
Spalthefen (Pombe) 81, 240.
Spaltpilze 235, 310.
—, Allgemeines über die 310 ff.
—, Ernährungsbedingungen der 310.
—, Formen der 310.
—, Tätigkeit, verschiedene, der 310.
—, Verhalten der — gegen Gifte und Reizstoffe 253, 311.
Speisevorrichtung an Quetschen 515.
Spiritusauslauf 454.
— mit Leistungsangabe 455.
Sporen, Bildung der 237.
—, — — — durch Gipsblockkultur 244.
—, — — — zur Unterscheidung von Hefen 244.
—, — — — bei wilden Hefen 244.
—, die Schutzform der Zellen 245.
—, Widerstandsfähigkeit der — gegen Hitze 237.
—, — — — — Wasserentziehung 238.
Sprit 299.
—, allgemeine Beurteilung von 303.
—, Prüfung mit Kaliumpermanganat des 303.
Sproßpilze 235.
—, Verhalten gegen Gifte und Reizstoffe 253.
Sprossung der Kahmhefen 244.
— — Kulturhefen 244, 256.
— — Ober(Preß-)hefen 256, 257.
— — Torulahefen 244.
— — Unter(Bier)hefen 256, 257.
— — wilden Hefen 244, 265.
Stammwürze, Aussehen der 559.
Stammwürze, Saccharometeranzeige der 560, 563.
Staphylokokken 310.
Stärkemehl 46.
—, Arten von 48, 49.
—, Bestimmung von 15, 58, 59.
—, — — — in Maischen 223, 224, 227.
—, — — —, mikroskopisch 228.
—, Einwirkung der Dämpfung auf das 194.
—, Entstehung des 46.
—, Gewinnung des 47.
—, Jodreaktion des 51.
—, Körnergrößen der verschiedenen Arten von 49.
—, lösliches 47, 52.
—, mikroskopische Bilder von 48, 49.
—, Oxydierung von 51.
—, Reaktion gegen Methylorange mit 47.
—, — — Phenolphtalein mit 47.
—, Schichtung der Körner des 47.
—, spezifisches Gewicht von 50.
—, Verflüssigung von 51, 194.
—, Verhalten von — gegen Alkohol 50.
—, — — — bei der Dämpfung der Rohfrucht 193.
—, Verkleisterung von 51, 193.
—, Verschwinden der Schichten der — bei Einwirkung von Alkohol 47.
—, Vorkommen des 46.
—, Zersetzung von — beim Dämpfen 194.
—, — — — — — der Rohfrucht bei hohem Drucke 207.
—, Zusammensetzung von 46.
Stärkewert 29, 59.
Stärkewertbestimmung 59—62.
— durch Aufschließung mit Hochdruck 60.
— — diastatische Aufschließung der Stärke 60.
— — Hydrolysierung 59.
—, optische Methode der 61.
—, physiologische Methode der 62.
Staub(Schlauch-)filter 118.
Steinfänger am Henzedämpfer 200, 201.
Sterilisierung, fraktionierte 237.
—, Einfluß der — auf den Eiweißgehalt der gesäuerten Maische des neuen Verfahrens 529.
— der Luft 575.
— — Maische im neuen Verfahren 528.
Stickstoff, Abspaltung bei Fuselölbildung 249.
—, Bestimmung nach Kjeldahl 14, 15.
—, Gaben für Hefen 248.
—, — — — durch Hefenextrakt 248.
—, — — — in Nährlösungen 248.
Stickstoffgehalt siehe Eiweißgehalt.
Streptokokken 310.
Syntonine 71.

Takakoji 154.
Temperaturen und Überdrucke des Wasserdampfes 192.
Tennenmälzerei 133.
—, Gewächs bei der 136.
—, Greifen der Haufen bei der 133.
—, Haufenhöhe bei der 133.
—, Jung(Spitz-)haufen bei der 133.
—, Temperaturen, günstige, in der 134.
—, Wenden der Haufen in der 134.
—, mechanische Wender für die 135.
Thermometer-Hebeapparat am Wender 159.
Thermometer, selbstregistrierender, für Darren 159, 160.
Titrierapparat 226.
Torulahefen 240.
—, Form der 241.
Translokationsdiastase 77, 95.
Transmissionen 638.
—, Kuppelung der 638.
Transportanlage, pneumatische für Getreide usw. 157.
Transportrinnen (Schüttelrinnen) 155.
Transportschnecken 155, 156.
Treber, Auflockern der — mit Luft 560, 561.
—, Auslaugung der — im neuen Verf. 548.
—, — — — unter Lüftung 560.
—, Belag der — mit Teig 590.
—, Naßtrebermeßmaschine 618.
Treber, Trocknung der 618.
Trehalase 76, 84.
Trehalose 76, 84.
Triacidlösung 70.
Trieur 118.
Trockenkartoffel, Arten der 30.
—, Begutachtung der 30.
—, Dämpfung der 216.
—, Lösung der Pektine der — bei der Dämpfung 216.
—, Zusammensetzung der 31.
Trommelmälzerei, Allgemeines über 143.
—, Vorgang der 144.
—, Vorzüge der 144.
Trommeln, Bau und Einrichtung der Mehrhaufenkeim- 146 ff.
—, Einzelhaufen- 143.
—, Kraftverbrauch der 147.
—, Lüftung und Luftkühlung für die 149.
—, Mehrhaufenkeim- 144, 145.
—, Wenden in den 149.
—, Zahl, nötige, der 147.
Tröpfchen- od. Strichkultur nach Lindner 240.
— für die Prüfung auf Keimgehalte 240.
— — — Reinkultur 239.
— — — Untersuchung von Hefe 280.
Tyroleucin 112.
Tyrosin 112.

Unterhefen (Bierhefen), Enzymgehalt der 259.
—, Form der Zellen der 256.
—, Hautbildung der 258.
—, Plasma der 256.
—, Riesenkolonien von — auf Gelatine 259.
—, Trennung von — und Oberhefen durch Melitriose 258.
—, Verhalten von — bei der Gärung 256.
—, — — — — — Sprossung 256.
—, — — — gegen Wärme 259.
—, — — — beim Zerreiben in Wasser 257.
—, — — — in Zuckerlösung 257.
Untersuchung von Alkohol 298 ff.
— auf Aldehyd 301.
— — Ester 302.
— — Furfurol 302.
— — Fuselöl 299.
— — Säuren 302.
— von Fuselöl 304.
— — Gerste 10 ff.
— — Getreide 10 ff.
— — Hefe auf Bierhefe 288.
—, — — — —, chemisch-physiolog. 282.
— — — auf äußere Merkmale 274 ff.
—, — —, mikroskopische 278.
—, — —, — im einfachen Präparat 278.
—, — —, — in Kulturen 280.
— — — auf Stärke 283.
— — — — Triebkraft 284 ff.
— von Kartoffeln 27, 28.
— — Kunsthefen 360 ff.
— — —, der angestellten 362.
— — —, — gesäuerten 361.
— — —, — reifen 633.
— — —, — verzuckerten 360.
— — Malz 166 ff.
— — — auf diastatische Kraft 51, 193.
— — — — verflüssigende Kraft 51, 194.
— — Maischen 217 ff.
— — —, chemische, auf Stärkemehl 223.
— — —, mikroskopische 227.
— — —, vergorenen 306.
— — Rückständen der Fabrikation 306.
— der Schlempe 310.
— von Wasser 36 ff.
— — Würzen, vergorenen 306.

Vacuolen 242.
—, Beziehung der — zum Alter der Hefe 242.
—, Färbung der — -körnchen 243.
— der Kahmhefen 242.
— -körnchen 242.
Vaporimeter 309.
Verdünnung, Einfluß der — auf die Hefenbildung 569.
— der Würze bei der Läuterung 562, 569.
Verfahren, das alte Wiener 369 ff.
—, Gärung der Hauptmaische des 406.

Verfahren, Gewinnung des Alkohols im 447.
—, — der Hefe im 415.
—, Hauptmaische des 398 ff.
—, Kunsthefe des 336 ff.
—, Maischen, das, des 369 ff.
—, das neue, s. Lüftungsverfahren 500 ff.
Verflüssigungsvermögen, Bestimmung des 171.
—, Einfluß der Keimung auf das 106.
Vergärung der Endwürze 593.
— — Maische des alten Verfahrens 422.
Vergärungssaccharometer 222.
Vernin 112.
Versand der reinen und gemischten Hefe 442, 614.
Verzuckerung, Dauer der 384, 525 ff.
— der Maische des alten Verfahrens 383.
— — — — Lüftungsverfahrens 525.
Verzuckerungstemperaturen der Maische des alten Verfahrens 370.
— — — — Lüftungsverfahrens 525.
—, Verhältnis der — zur Säuerung 528.
Verzuckerungsvermögen, Bestimmung des 168 ff.
—, — — — nach Effront 170.
—, — — — — Lintner 170.
—, Einfluß der Keimung auf das 106.
Vorentkeimer 162, 163.
Vorgärung der Anstellhefe für die Würze 572, 573.
Vorlauf 303.
Vormaischer s. Maischapparate 520 ff.
Vorsiebkasten für Hefenseparatoren 599.
Vorwärmer für Dampfkessel 628.
Vorwärmung der Maischen und Würzen für die Destillationsapparate 478.

Wachstum der Hefe bei der Atmung 565.
Walzenstuhl 186.
Waschung der separierten Hefe 602.
— — — Melassehefe 610.
Wasser, Anlage zur Förderung von 37.
—, Bedarf der Hefenfabriken an 637.
—, Begutachtung von 36, 38, 39.
—, Beschaffung von 36.
—, Enteisenung von 41.
—, Fabrikations- 39.
—, Förderung von — mit kompr. Luft 38.
—, Kriterien für gutes 42.
—, Prüfung, bakteriologische, von 42.
—, Wirkung des Kalkkarbonat- und Gipsgehaltes des — auf Diastase u. Peptase 39.
—, Zusammensetzung von gutem Fabrikations- 40.
Wasserbottiche (altes Verfahren) 404.
Wassererhitzung durch heiße entgeistete Würze 479.
Wasserpumpen 637.
Wasserzusatz zur Hauptmaische des alten Verfahrens 405.
Weiche, Dauer der 130.
—, Eigenschaften, erforderliche, des Wassers für die 98.
—, Grenzen der 98.
—, Heißwasser- 99, 129.
—, Kriterien der richtigen 98.
— mit Kalkwasser 129.
—, Luft-Wasser- 99, 129.
—, Theorie der 97.
—, Wirkung der — auf den Keimling 99.
—, —, günstige, der Lüftung während der 99.
—, Zweck der 97.
Weichwasser 100.
Weinhefen 240.
Weinsprit 303.
—, Prüfung mit Kaliumpermanganat (0,2 : 1000) 303.
Weizen, Aschengehalt des 19.
—, Begutachtung von 19.
—, Branntwein 19.
—, Diastase des 19.
—, Eiweißgehalt des 19.
—, Schrotung von 188.
—, Stärke aus 48.
—, Zusammensetzung der Asche des 19.
—, — des 19.
Weizenmalz 19, 151.
Wenden der Haufen 134.
— — Trommeln 149.
Wender, mechanischer, für Grünmalz auf der Tenne 135.
—, —, — — der Kastenmälzerei 142.
—, —, — Malz auf der Darre 159, 160.
Wiener Verfahren = altes Wiener Verfahren 369—500.
Wilde Hefen, Fettgehalt der 242.
— —, Form der Zellen der 241.
— —, Größe der Zellen der 241.
— —, Hautbildung der 265.
— — im Lüftungsverfahren 265.
— —, Plasma der 242, 265.
— —, Sporenbildung bei den 244.
— —, Sprossung der 265.
Wuchshefen 262, 564, 602.
Wuchstätigkeit der Hefe, Zusammenhang der — mit der Atmung 565.
Würze, Anstelltemperatur der 567.
—, Anstellung der 571.
—, Ausreifen der Hefe in der vergor. 575.
—, Gärung der 562, 590.
—, Gewinnung des Alkohols aus der vergorenen 616.
—, — der Hefe aus der vergorenen 613.
—, — — durch Läuterung 546.
—, Kontrolle der gärenden 578.
—, Konzentration der 563.
—, — — Endwürze 570.
—, — geläuterte Maische des Lüftungsverfahrens 512.

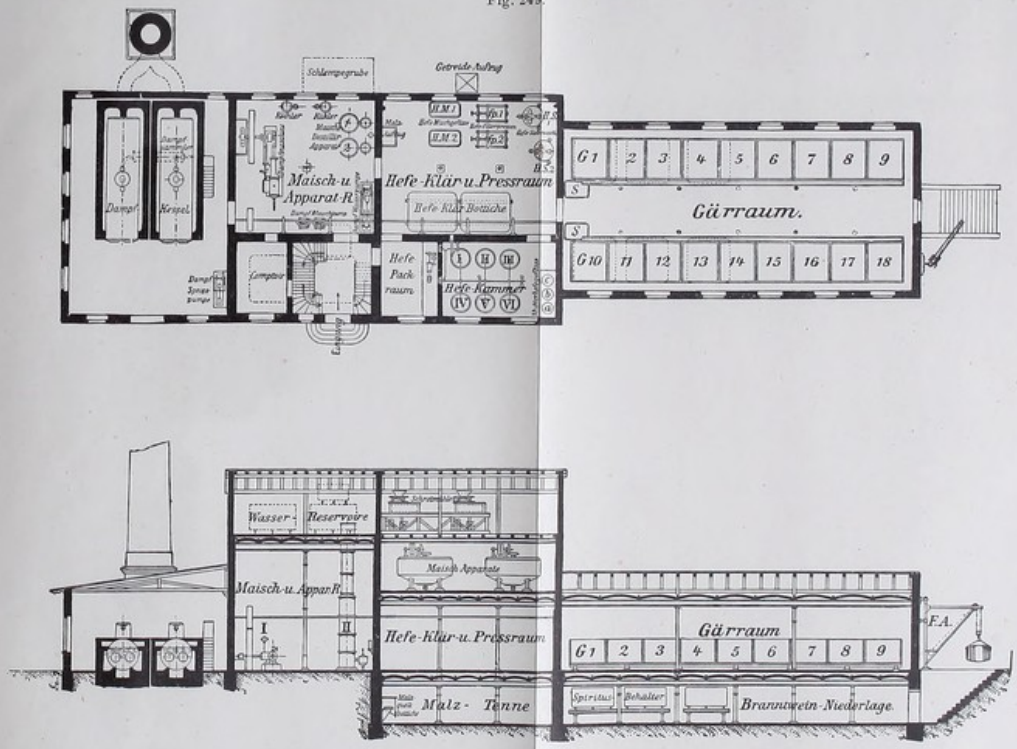
Würze, Lüftung der ausreifenden vergorenen 592.
—, Schwefelsäuregaben in die 576.
—, Theorie der Gärung der 563 ff.
—, Verdünnung der 569.
Wurzelkeim 101.

Xylose 56.

Zellinhalt 241, 243.
—, Aussehen des — bei toten Zellen 243.
Zellkern 243.
—, Teilung des 243.
Zellulosebestimmungen 15.
Zentrifugieren der vergorenen Würze 599.
Zerkleinerung des Darrmalzes durch Schrotung 184 ff.
— — Grünmalzes 175 ff.
Zitronensäure, Aufnahme der — durch Hefe 248.
Zucker, Arten von 53 ff.
—, Bestimmung von — in den Maischen 225.
Zucker, Bestimmung der — -arten 62 ff.
—, —, physiologische, der — -arten 67.
— in Getreide 16.
— — Kartoffeln 29.
— — Melasse 32.
— — den Rohstoffen 194, 207.
—, Verluste an — bei mangelhaftem Läutern 560, 561.
—, Zersetzung von — bei der Dämpfung der Rohstoffe 194, 207.
Zymase 87, 247.
—, Darstellung der 89.
—, Eigenschaften der 89.
—, Entdeckung der 88.
—, Gehalt der Bierhefe an 252.
—, Heilwirkung der 247.
— in der Lüftungsgärung 564.
— — Ober- und Unterhefen 259.
—, Verhalten der — gegen Hefenpeptase 91, 566.
—, — — — — Peptone 91.
—, — — — — verschiedene Temperaturen 91.
—, Wirkung der 90.

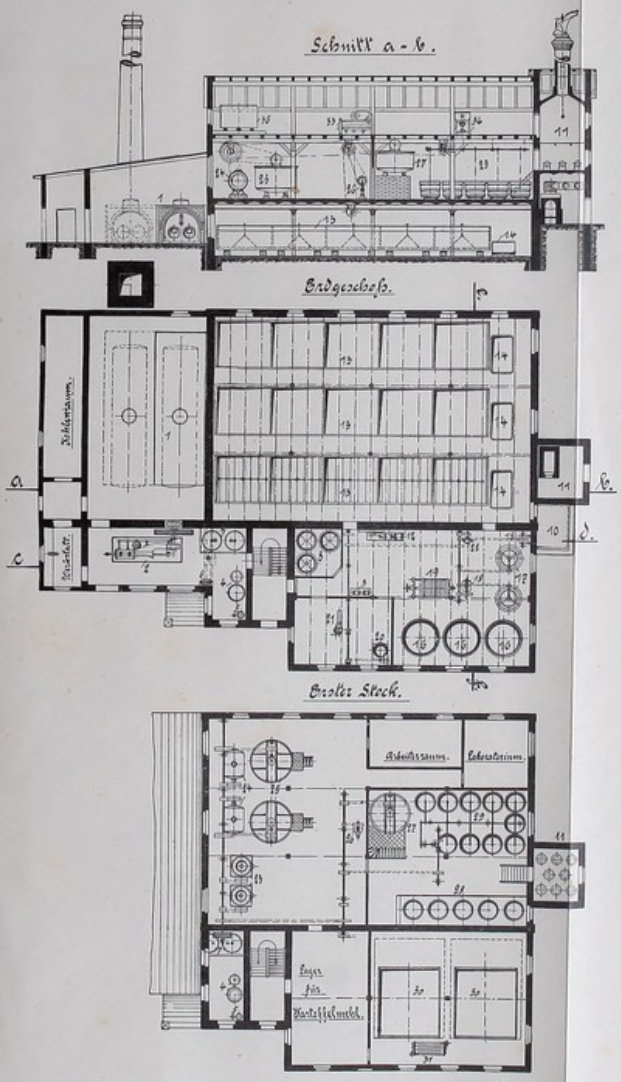
WELLCOME LIBRARY INSTITUTE

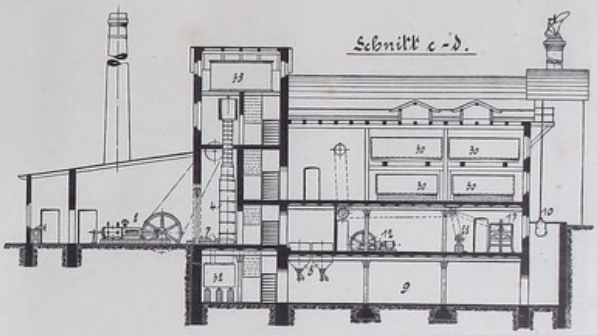
Fig. 249.



Preßhefenfabrik für das alte Wiener (Abschöpf-)Verfahren.

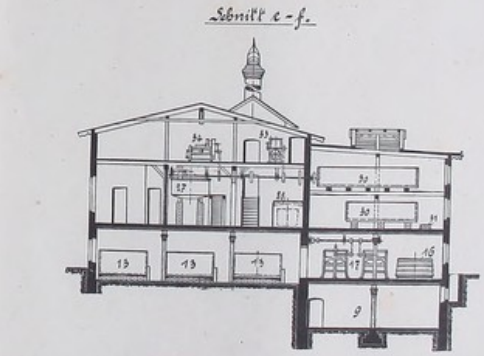
Projekt der Firma vorm. Hentschel, Golzern-Grimma.





Verzeichnis.

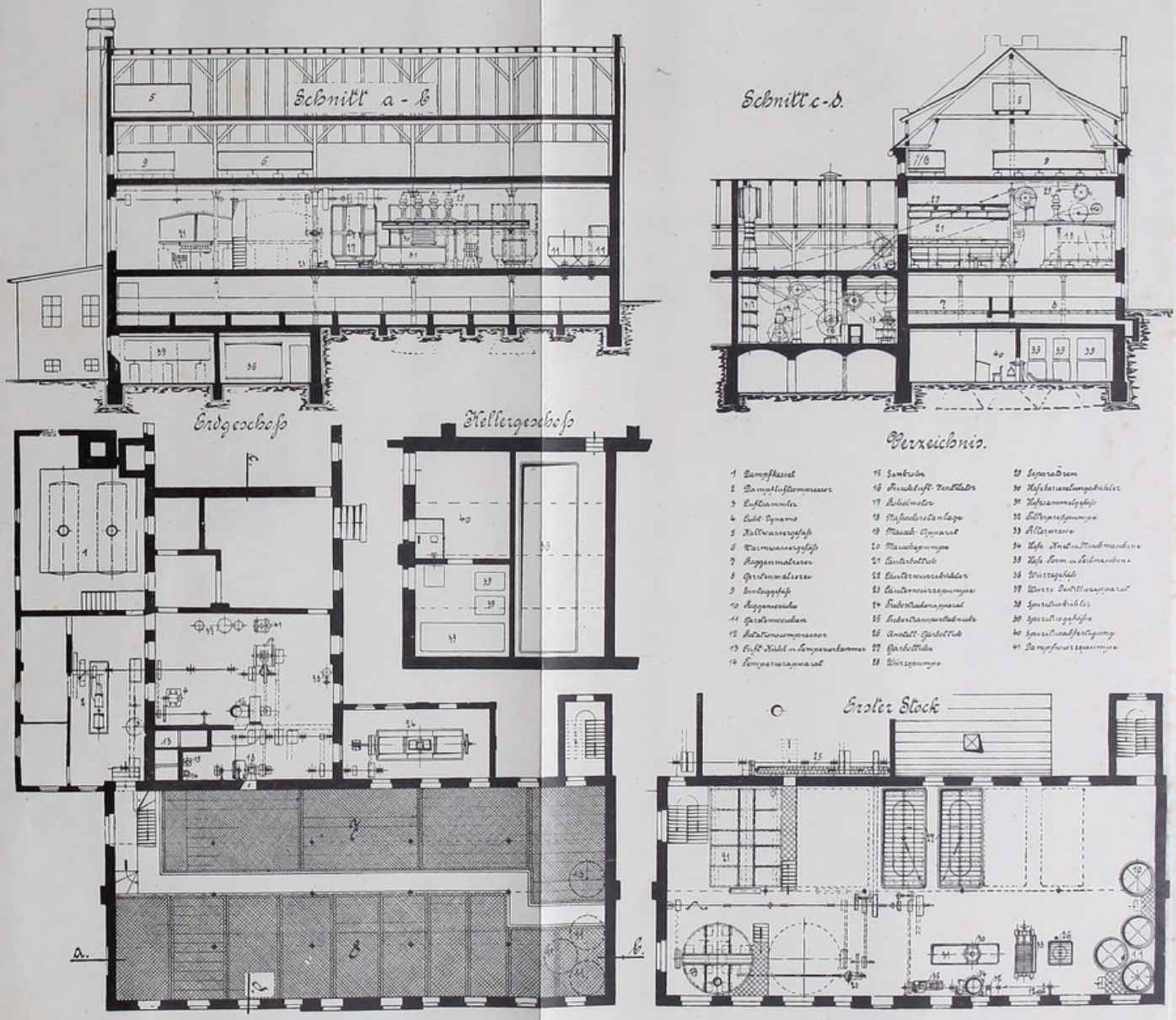
1	Dampfkessel	19	Hefe-Filterpressen
2	Dampfmaschine	20	Hefe-Knet- u. Mischmaschine
3	Dampfwasserpumpe	21	Hefe-Form- u. Teilmaschine
4	Dampf-Maische-Destillierapparat	22	Kühlende Maischepumpe
5	Spiritus-Kühler	23	Mahlgänge
6	Dampfmaischepumpe	24	Liegende Heißdruckdämpfer
7	Schlempe-Monejus u. Heber	25	Centrifugal-Vormaischapparate
8	Quellwerken	26	Infusmaischepumpe
9	Mälzerei	27	Hefe-Maischen-Säuerungsapparat
10	Malz-Aufzug	28	Hefe-Wärmekammer
11	Malz-Darre	29	Hefe-Kühlschlange
12	Dampf-Luft-Compressor	30	Schlempeklärgefäße
13	Gärbottiche	31	Gegenstromkühler für geklärte Schlempe
14	Lufteinbaumsammelgefäße	32	Spülungsgefäß
15	Lufteinbaumpumpe	33	Getreide-Reinigungsmaschine
16	Kühlergefäße	34	Malzquetschmaschine
17	Kühlschlangen	35	Kaltwassergefäße
18	Hefe-Absetzpumpe	36	Warmwassergefäß



Preßhefenfabrik für das alte Wiener (Abschöpf-)Verfahren.

Projekt der Firma Bohm.

Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig.



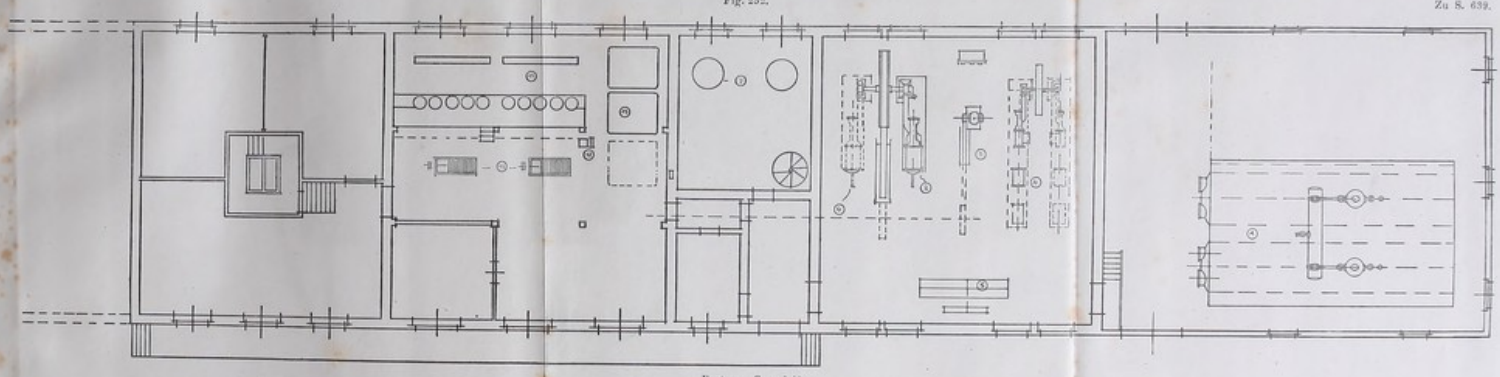
Verzeichnis.

1 Dampfkessel	15 Senkrohr	29 Separatoren
2 Dampfluftmonometer	16 Preßluft-Ventilator	30 Hefesammelbehälter
3 Luftsammler	17 Zeitmeter	31 Hefesammelgefäß
4 Licht-Dynamo	18 Hefepreßanlage	32 Filtergegenpumpe
5 Kaltwassergefäß	19 Maisch-Dynamo	33 Aktivkohle
6 Warmwassergefäß	20 Maischpumpe	34 Hefe-Knet- u. Mischmaschine
7 Roggenmaischer	21 Lauterbottich	35 Hefe-Form- u. Teilmaschine
8 Gerstenmaischer	22 Lauterwasserbehälter	36 Würzegefäß
9 Lüftungsfaß	23 Lauterwasserpumpe	37 Würze-Destillierapparat
10 Roggensuche	24 Kühlschlangenapparat	38 Spiritusbehälter
11 Gerstensuchen	25 Federkompensatorwaage	39 Spiritusgefäße
12 Saatwasserpumpe	26 Amstell-Gärbottich	40 Spiritusabfüllung
13 Preß- Hefe- u. Lagerkammer	27 Gärbottiche	41 Dampfwasserpumpe
14 Lagerfaßapparat	28 Würzepumpe	

Preßhefenfabrik für das neue sogenannte Lüftungsverfahren.

Projekt der Firma Bohm.

Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig.



Parterre-Grundriß.

Preßhefenfabrik für das neue sogenannte Lüftungsverfahren.

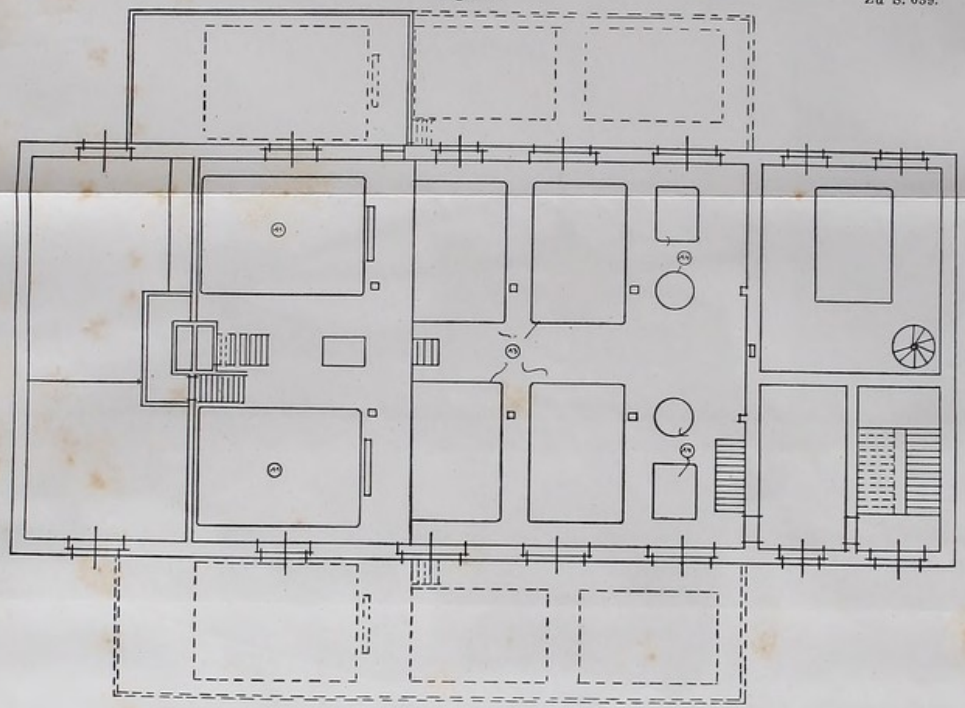
Projekt der Firma Strauch u. Schmidt, Neiße O.-S.

Fig. 252 bis 255.

Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig.

Fig. 253.

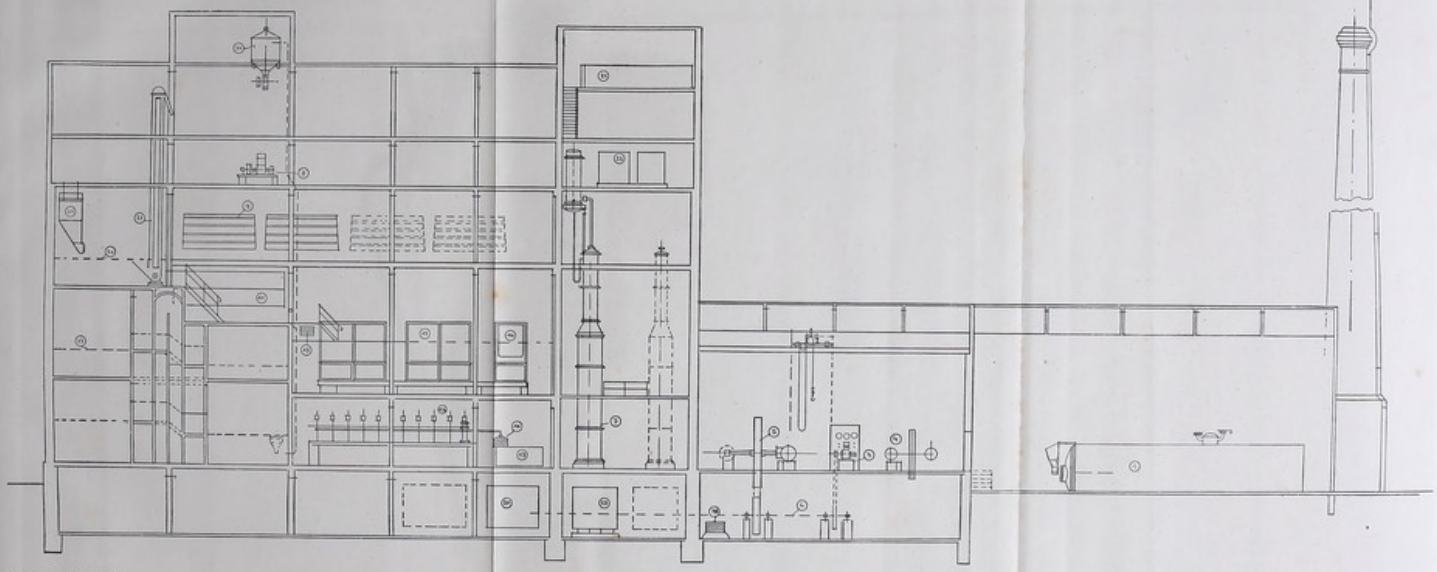
Zu S. 639.



Grundriß der zweiten Etage.

Fig 254.

Zu S. 639.

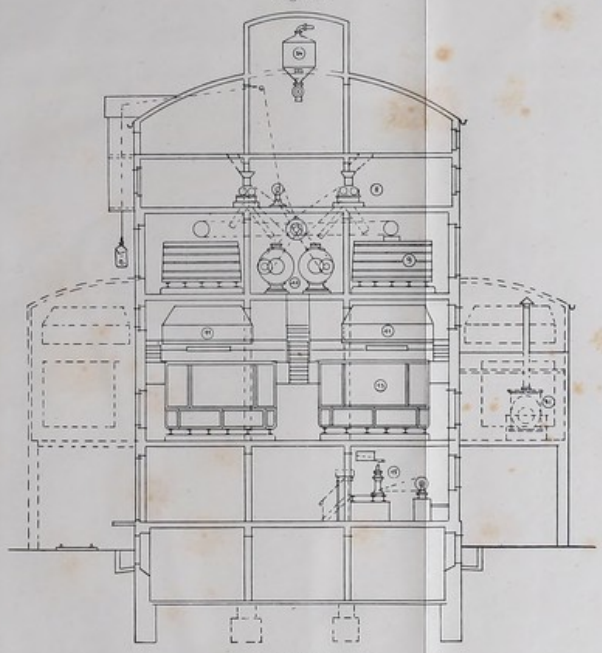


Kiby, Preßhefenfabrikation.

Längenschnitt.

Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig

Fig. 255.



Querschnitt.

Zusammenstellung.

1 2 Dampfkessel.
2 Dampfmaschine.
3 Dynamo für Licht.
4 Luftkompressor.
5 Eiserzeugungsmaschine.
6 Haupttransmission im Keller liegend.
7 Würze-Destillierapparat.
8 Walzenstuhl für Grünmalzmais.
9 Vormaischapparat und zugleich Säurungsbottich.
10 Maisdämpfer.
11 Läuterbottich.
12 Würzekühler.
13 Gärbottich.
14 Stellhefengärbottich.
15 Separatoren.
16 Hefenkühler.
17 Hefensammelgefäße.
18 Hefenpreßpumpe.
19 Hefenfilterpresse.
20 Sauerwürzebassin.
21 Kaltwasserreservoir.
22 Warmwasserreservoir.
23 Spiritusreservoir.
24 Vakuumrumpf für die pneumatische Grünmalzförderung und gleichzeitig ev. 100 Ztr. Stundenleistung.
25 Maisweichen.
26 Maisausweichhorde.
27 Maiselevator.
28 Gerstenweichen.
29 Kastenmälzerei.
30 Wasser- und Würzevorwärmer.
31 Trebertrockenapparat.

Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig.

Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn in Braunschweig

Muspratt's Chemie

in Anwendung auf Künste und Gewerbe.

Encyklopädisches Handbuch der technischen Chemie

begonnen von

F. Stohmann und **Bruno Kerl.**

Vierte Auflage

unter Mitwirkung von **E. Beckmann, R. Biedermann, E. v. Cochenhausen, E. Drechsel, H. Drehschmidt, C. Engler, A. Frank, C. Friedheim, O. Guttmann, C. Haeußermann, Fr. Kolbeck, G. Krämer, G. Lunge, H. Meidinger, E. v. Meyer, F. Pampe, F. Soxhlet, A. Stohmann, H. W. Vogel, Cl. Winkler** und anderen Gelehrten und Fachmännern. Bis zum sechsten Bande herausgegeben von **F. Stohmann**, nach dessen Tode fortgesetzt von **H. Bunte.**

Mit zahlreichen Abbildungen. 4°.

I. Band. (Äther bis Brom.) Mit 502 Holzstichen. XX, 1010 Seiten. 1886—88. ℳ 38,40, in Hlbfrzbd. ℳ 41,—.

II. Band. (Brot bis Essigsäure.) Mit 614 Holzstichen. XVII, 964 S. 1888—89. ℳ 37,20, in Hlbfrzbd. ℳ 39,80.

III. Band. (Farbstoffe und Färberei bis Gummi.) Mit 578 Holzstichen. XX, 970 S. 1889—91. ℳ 37,20, in Hlbfrzbd. ℳ 39,80.

IV. Band. (Harze und Balsame bis Kupfer.) Mit 709 Holzstichen. XVIII, 1141 S. 1891—93. ℳ 43,20, in Hlbfrzbd. ℳ 45,80.

V. Band. (Leim bis Molybdän.) Mit 674 Holzstichen. XIX, 1059 S. 1893—96. ℳ 40,80, in Hlbfrzbd. ℳ 43,40.

VI. Band. (Nahrungs- und Genußmittel bis Petroleum.) Mit 761 Abbild. u. 1 Karte. XIX, 1411 S. 1896—98. ℳ 43,20, in Hlbfrzbd. ℳ 45,80.

VII. Band. (Phosphor bis Stärke.) Mit 691 Abbild. XIV, 1010 Seiten. 1898—1900. ℳ 38,40, in Hlbfrzbd. ℳ 41,—.

VIII. Band. (Steinkohlenteer bis Vanadium.) Mit 415 Abbild. X, 1 Bl., 876 S. 1900—1905. ℳ 33,60, in Hlbfrzbd. ℳ 36,20.

IX. Band. (Wein bis Zirkonium.) Bisher erschien Lfg. 1 bis 12 (384 S.). Fortsetzung im Druck.

X. Band. (Zucker; Zündmittel, Feuerwerkerei und Feuerlöschmittel; Wasser; Wasserstoff. — Generalregister.) Bisher erschien Lfg. 1 bis 13 (424 S. und 2 Tafeln.)
Fortsetzung nach Abschluß von Band IX.

Einzelpreis der Lieferungen ℳ 1,80.

Subskriptionspreis der Lieferungen ℳ 1,20.

Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn in Braunschweig

Post's Chemisch-technische Analyse

Handbuch der analytischen Untersuchungen zur Beaufsichtigung chemischer Betriebe für Handel u. Unterricht.

In dritter vermehrter und verbesserter Auflage
herausgegeben von

Prof. Dr. Bernhard Neumann

Grossherzoglich Technische Hochschule, Darmstadt.

Zwei Bände. Mit 470 Abbildungen. Gr. 8°.

Erster Band 1908

(Mit 218 Abbild., XXIX u. 974 S.)
Preis geh. ℳ 23,50, geb. ℳ 25,—.

Daraus einzeln:

1. Heft. Preis Mark 4,80.

1. Wasser und Abwässer . . *J. H. Vogel*
2. Brennstoffe . . . . . *H. Langbein*
3. Pyrometrie . . . . . *B. Neumann*
4. Rauch-, Heiz- u. Kraftgase *B. Neumann*

2. Heft. Preis Mark 7,50.

5. Leuchtgas . . . . . *J. Becker*
6. Calciumcarbid und Acetylen *J. H. Vogel*
7. Erdöl, Teeröle. Paraffin, Montanwachs, Ozokerit, Schmieröle, Asphalt . *C. Engler u. L. Ubbelohde*
8. Fette, fette Öle, Glyzerin, Kerzen, Seifen . . . *W. Fahrion*

3. Heft. Preis Mark 7,—.

9. Eisen . . . . . *A. Ledebur*
10. Metalle (außer Eisen) . . *B. Neumann*
11. Metallsalze . . . . . *B. Neumann*

4. Heft. Preis Mark 4,20.

12. Anorganische Säuren . . . *H. Benedict*
13. Soda . . . . . *W. Kolb*
14. Kalisalze . . . . . *Bokemüller*
15. Pottasche, Salpeter . . . . *E. Schaefer*
16. Brom . . . . . *Bokemüller*
17. Chlor, Chlorkalk . . .
18. Schwefelnatrium, Antichlor, Tonerde, Aluminiumsulfat . . . . . *W. Kolb*

Zweiter Band 1909

(Mit 252 Abbild., XIV u. 1515 S.)
Preis geh. ℳ 37,50, geb. ℳ 40,—

Daraus einzeln:

1. Heft. Preis Mark 5,50.

19. Kalk, Kalksandsteine, Zement und Gips . . . Chem. Labor. f. Tonindustrie
20. Tonwaren . . . . . *H. Seger* und
21. Glas, Glasuren . . . . *E. Cramer*

2. Heft. Preis Mark 10,—.

22. Rübenzucker . . . . . *R. Frühling*
23. Stärke, Dextrin, Traubenzucker . . . . . *E. Parow*
24. Bier . . . . . *H. Vogel* u. *C. Bleisch*
25. Wein . . . . . *P. Kulisch*
26. Spiritus . . . . . *H. Hanow*
27. Essig, Holzgeist . . . . . *F. Rothenbach*

3. Heft. Preis Mark 10,—.

28. Handelsdünger u. Stallmist
29. Bodenarten und Erntesubstanzen . . . . . *P. Wagner*
30. Luft . . . . . *Ch. Nussbaum*
31. Ätherische Öle . . . . . *J. Helle*
32. Leder und Gerbstoffe . . . *M. Philip*
33. Leim . . . . . *R. Kissling*
34. Tabak . . . . . *R. Kissling*
35. Kautschuk und Guttapercha *Ed. Herbst*
36. Spreng- und Zündstoffe . . *H. Kast*

4. Heft. Preis Mark 12,—.

37. Steinkohlenteer . . . .
38. Farbstoffe und zugehörige Industrien . . . . . *G. Schultz*