Zeitschrift: Prisma : illustrierte Monatsschrift für Natur, Forschung und Technik
Band: 8 (1953)
Heft: 3

Artikel: Gehopftes Malz : zur Technologie des Bierbrauens
Autor: Himmel, Otto
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-653832

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 08.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Zur Technologie des Bierbrauens

Von Otto Himmel

DK 663.4

Bekannt sind bierähnliche Getränke bei den verschiedensten Völkern der Erde schon seit Jahrtausenden. Das aber, was man heute unter „brauen" versteht, ist eine Errungenschaft des frühen Mittelalters und unterscheidet sich sehr wesentlich von den Erzeugungsmethoden der älteren Zeit. Zwischen dem — hauptsächlich von Klosterbrüdern ausgeübten — Hausgewerbe des Mittelalters (das bis zur Zeit Karls d. Gr. frei und abgabelos ausgeübt werden konnte) und der heutigen Brauindustrie liegt ein Zeitraum von 1000 Jahren; aber trotzdem ist das eigentliche Brauverfahren auch in dieser langen Zeit gezwungenermaßen gleichgeblieben, da die Vorgänge während des Bier-Werdeprozesses eng begrenzten Naturgesetzen unterliegen und jede Abweichung nach links oder rechts — auch wenn man damals nicht wußte warum — großen Schaden verursacht.

Unser heutiges Wissen um chemische oder biologische Vorgänge beim Brauen ist jungen oder allerjüngsten Datums. So stammen die ersten Erkenntnisse über die stofflichen Veränderungen während der Gärung von Gay Lussac und die ersten Grundbegriffe über Hefen und Bakterien gehen auf Pasteur zurück. Über die Tätigkeit von Enzymen des Malzes und der Hefe haben wir erst seit einigen wenigen Jahrzehnten eine gewisse Vorstellung. Das Bierbrauen in alter Zeit war nur auf Erfahrung aufgebaut und deshalb auch vielen ungünstigen Einflüssen unterworfen. Da sich alle Umwandlungen im Brauprozeß in kleinen Temperaturintervallen abspielen und Thermometer erst um 1820 bis 1840 in die Praxis eingeführt wurden, ist es klar, daß früher viel Bier verdorben sein muß. Aber die Ansprüche, die man damals an dieses Getränk stellte, waren auch nicht so groß wie heute.

Bei der Erzeugung des Bieres unterscheiden wir zwei voneinander vollständig getrennte Fabrikationszweige:

a) die Verarbeitung der Gerste in Malz (Mälzerei);

b) die Erzeugung des Bieres (Brauerei).

Die Mälzerei

Der Ausgangsstoff zur Herstellung jedes Bieres ist immer eine Getreideart; für unsere Biere ist es die Gerste. Sie muß jedoch vorher „vermälzt", d. h. in „Malz" verwandelt werden, indem man sie keimen läßt, wobei sich stärke- und eiweißabbauende Enzyme bilden; das sind chemisch und biologisch wirkende Stoffe, die bei bestimmten Temperaturen (Optimaltemperaturen) stoffliche Veränderungen des Korninhaltes hervorzurufen imstande

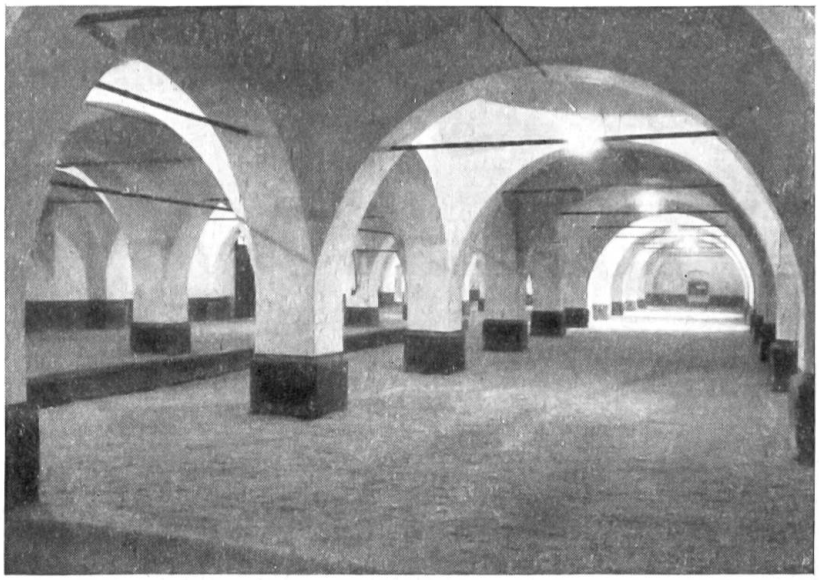

Abb. 1. Auf der Tenne beginnt mit dem Keimen der Gerste, die damit zum „Grünmalz" wird, die Malzbereitung
(Werkphotos [6] der Brüder Reininghaus, Brauerei A.G., Graz)

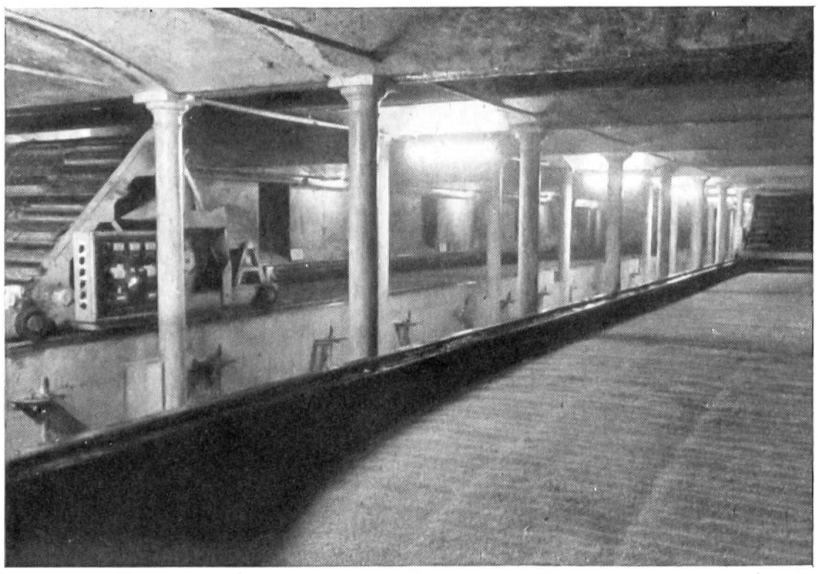

Abb. 2. Blick in einen Keimsaal, der nach der modernen Methode der „Wanderhaufenmälzerei" arbeitet. Im linken Keimbeet vorne und rechts im Hintergrund sind die automatischen Malzwender zu sehen

sind, ohne sich selbst zu verändern (ähnlich den Kontaktsubstanzen der anorganischen Chemie).

Die Gerste, die zur Vermälzung kommen soll, muß alle Eigenschaften besitzen, die zur Erzeugung eines guten Malzes notwendig sind, d. h. sie muß feinspelzig sein (Sommergerste), gut im Geruch, großkörnig und frei von Unkrautsamen. Eine dumpfe, schimmelige oder ausgewachsene Gerste ist für die Vermälzung unbrauchbar. Auch die Einlagerung ist von großer Wichtigkeit, da die Gerste noch „nachreifen" muß, wobei sie atmet, also CO_2 und Wasserdampf ausscheidet; sie wird deshalb nur in niedriger Schicht gelagert und der Haufen muß wegen der nötigen Luftzufuhr des öfteren „umgesetzt", d. h. umgeschaufelt werden. So wie die Gerste angeliefert wird, ist sie nicht verarbeitbar; daher muß sie über Putz- und Sortiermaschinen laufen, damit Steine, Sackbänder, Besenreiser, Unkrautsamen, Halbkörner usw. aussortiert werden, was bei einer schlecht vorgeputzten Braugerste oft namhafte Mengen ausmacht. Unkrautsamen würden das Endresultat, d. i. das Malz, qualitativ verschlechtern, Halbkörner würden — weil die Schutzschicht des Spelzes fehlt — bei der warmen und feuchten Temperatur während der Keimung zu schimmeln beginnen.

Der Hauptzweck der Gerstenputzerei ist die Sortierung in verschiedene Korngrößen. Als Brauware gilt nur Gerste mit einem Bauchquerschnitt von 2,8 oder 2,5 mm (erste oder zweite Sorte).

Die geputzte und sortierte Brauware wird nun nach Sorten getrennt „eingeweicht", d. h. in einen trichterförmigen, mit Wasser gefüllten Behälter, dem „Weichstock" oder „Quellstock", eingelassen. Der Zweck der Weiche ist die Aufnahme des zur Keimung notwendigen Vegetationswassers, da ohne genügende Wasseraufnahme eine Keimung nicht möglich ist. Der Wassergehalt der Gerste, der ursprünglich 12 bis 15% betrug, erhöht sich hierbei auf zirka 45%, wobei sich das Volumen des Kornes stark vergrößert (es quillt, daher der Name „Quellstöcke"). Schon während der Wasseraufnahme beginnt sich das Leben im Korn zu regen, es atmet wie jeder lebende Organismus Kohlenoxyd aus, welches sich im Wasser ansammelt und dasselbe vergiftet. Und wie jeder lebende Organismus an den Giften, die er selbst erzeugt, zugrunde geht, wenn dieselben nicht rechtzeitig abgeführt werden, so würde auch die Keimfähigkeit der Gerste absterben, wenn das Wasser, dessen Sauerstoff verbraucht wurde, nicht mindestens zweimal täglich abgelassen und durch frisches, sauerstoffreiches Wasser ersetzt würde. Darum wird in modernen Weichen auch zwischendurch von Zeit zu Zeit Luft durchgeblasen („Lüften der Weichen").

Hat die Gerste das zum Keimen notwendige Vegetationswasser aufgenommen, wird sie „ausgeweicht", d. h. kommt nach Ablassen des Wassers in gut gelüftete Keimkästen oder Trommeln oder wird auf Malztennen ausgebreitet. Die Vorgänge, die sich beim Keimen des Kornes abspielen, gehören neben jenen der Gärung zu den interessantesten, die sich im Bereich des ganzen Bierwerdeganges abspielen. Interessant deshalb, weil sie heute ziemlich tiefgreifend erforscht sind und einem tüchtigen Mälzer die Möglichkeit bieten, weitgehend in die Lebensvorgänge des keimenden Kornes einzugreifen und ein Qualitätsmalz herzustellen, das dem zu erzeugenden Biercharakter typenmäßig entspricht.

Wir wollen nun die Vorgänge auf der Tenne näher betrachten: Die beim „Naßhaufen" dem äußeren Umfang des Kornes noch anhaftende Wasserhülle wird vom Korn aufgesaugt oder

verdunstet, wodurch dem Luftsauerstoff Gelegenheit geboten wird, ungehindert zum Korn zu kommen. Das bereits im Weichstock zum Leben erweckte Korn beginnt immer stärker zu atmen, der Haufen erwärmt sich und die ersten Wurzelkeime durchstoßen die Kornhülle, wobei ein stecknadelgroßer weißer Punkt sichtbar wird („Spitz- oder Brechhaufen"). Die Atmung verstärkt sich und die Temperatur im Haufen steigt, die Wurzeln wachsen, beginnen sich zu „gabeln", d. h. es kommen immer mehr Wurzelkeime, die nun die Hälfte bis drei Viertel der Kornlänge erreichen. Es ist dies das Stadium des intensivsten Wachstums, der Mälzer sagt „der Haufen ist in der Pressur" und nennt ihn nun „Junghaufen".

Der Haufen wird jetzt infolge der Atmung etwa 1 bis 2 cm unter der Oberfläche wieder feucht, er kommt in „Schweiß". Das erklärt sich aus den chemischen Vorgängen bei der Atmung, die bekanntlich nichts anderes ist, als ein Oxydationsvorgang im Organismus, also das, was man im gewöhnlichen Leben als „Verbrennung" bezeichnet. Dabei verbrennt Kohlenstoff zu CO_2, Wasserstoff zu H_2O, Wärme wird frei. Der Wasserdampf wird an der kühleren Haufenoberfläche wieder kondensiert, und wenn man eine fingerdicke Schicht dieser keimenden Gerste — jetzt „Grünmalz" genannt — von der Haufenoberfläche abstreift, erkennt man den glitzernden Wassertropfen, den „Schweiß". Die Temperatur im Haufen darf sich wegen der zu starken Verbrennung (= Stärkeverlust) nicht zu stark erhöhen und soll 20° C nicht übersteigen. Man erreicht dies dadurch, daß man den Haufen von Zeit zu Zeit umschaufelt („widert"), wobei man ihn zusammen- oder auseinanderzieht, d. h. höher oder dünner legt, wie es eben die Haufenführung verlangt. Am sechsten oder siebenten Tag wird der Haufen nicht mehr gewidert, sondern bleibt in der CO_2-reichen Atmosphäre 24 Stunden liegen, wobei die Keime fest ineinanderwachsen („greifen"). Man erzielt dabei eine bessere „Auflösung", d. i. eine Zerstörung des bienenwabenartigen Zellgefüges durch ein Enzym „Zytase", welches bei seiner Optimaltemperatur von 20° C die Zellulose der Zellwände in Invertzucker (Rohrzucker) verwandelt, welcher im Vegetationswasser löslich ist, in den Keimling wandert und zum Aufbau neuer Zellen verwendet wird. Sind die inneren Zellwände nicht mehr vorhanden — was man im mikroskopischen Bild deutlich erkennt —, kann das Korn leicht zwischen den Fingern zerrieben werden. Der Mälzer bezeichnet diesen Zustand als „Auflösung", was ein Gradmesser für die Beendigung der Haufenführung ist.

Noch zwei weitere für uns wichtige Enzyme, deren Tätigkeit wegen ihrer hohen Optimaltemperatur nur mehr zum Teil in die Mälzerei, in der Hauptsache aber ins Sudhaus fällt, bilden sich: das Eiweiß abbauende Enzym „Peptase" und das für den ganzen Brauprozeß allerwichtigste Enzym (ohne dessen Wirkung eine Bildung der Bierwürze überhaupt nicht denkbar wäre) — die „Diastase".

Die Erzeugung von dunklem Malz ist im wesentlichen der des hellen Malzes ähnlich; nur ist die Haufenführung wärmer und man läßt das Grünmalz besser „greifen", wodurch der Blattkeim (Halm) mehr zur Entwicklung kommt. Der darin angespeicherte Rohrzucker (aus dem Zytaseabbau der Zellwände) bildet dann bei höheren Temperaturen auf der Darre in Verbindung mit Eiweißabbauprodukten und Wasser stark färbende und aromatische Verbindungen (Assamar, Sinamar).

Nach ungefähr acht Tagen ist mit dem Wachstumsprozeß auch die Enzymbildung beendet. Die Keimung muß nun unterbrochen werden, damit nicht der ganze Korninhalt durch Atmung verlorengeht oder in die Keime wandert. Auch kann das Grünmalz mit 42 bis

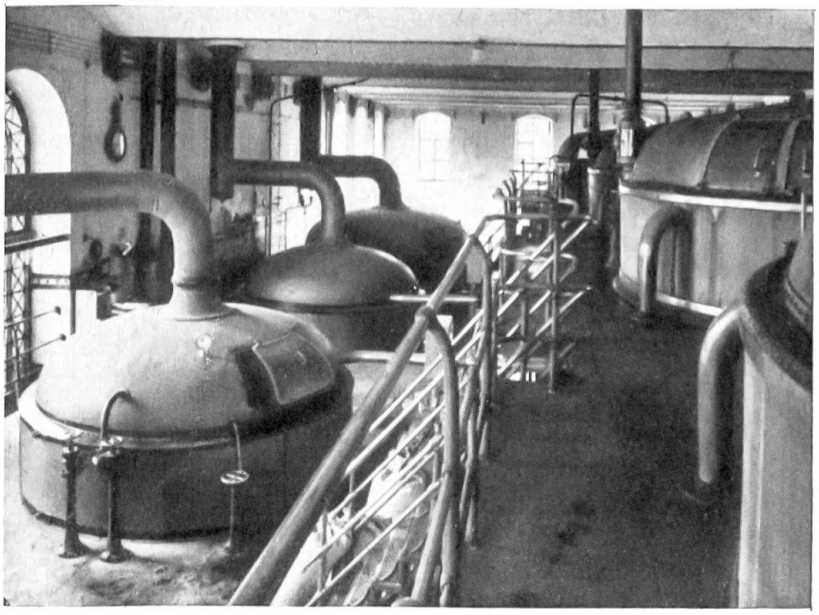

Abb. 3. Blick in ein Sudhaus. Rechts Maisch- und Läuterbottich, links Maisch- und Sudpfanne

Abb. 4. Im Gärkeller einer modernen Großbrauerei

45% Wassergehalt nicht aufbewahrt werden. Deshalb wird der „Althaufen" gezogen, d. h. auf die Darre aufgetragen. Während der Darrprozeß für helle Malze im wesentlichen nur ein Trocknungsvorgang ist, werden bei dunklen Malzen verschiedene Temperaturintervalle eingehalten, um den während der Keimung gebildeten Enzymen Gelegenheit und Zeit für ihre Wirksamkeit zu geben (Optimaltemperaturen). Solange nämlich noch eine gewisse Umgebungsfeuchtigkeit vorhanden ist, arbeiten die Enzyme immer noch. So wird durch Peptase bei 50° C Eiweiß abgebaut und von der Diastase bei 70° C durch Hydrolyse Malzzucker gebildet. Aus diesen Abbauprodukten entstehen aromatische und färbende Verbindungen.

Nach Beendigung der Darrarbeit wird das „Darrmalz" abgeräumt und läuft über die Malzputzerei (das sind rotierende Siebzylinder), wobei die abgetrockneten und abgefallenen „Malzkeime", das sind die Keime des Grünmalzes, restlos entfernt werden. Sie sind ein eiweißreiches und sehr wertvolles Futtermittel. 100 kg Gerste ergeben zirka 75 kg Malz mit einem Wassergehalt von 3 bis 4%. Die Schwändung besteht aus ungefähr 12 bis 14% Wasser, 7% Verlust durch Atmung und zirka 3% durch Keime.

Die Brauerei

Vor dem Versieden des Malzes im Sudhaus muß dasselbe natürlich verschroten werden. Die Schrotmühle am Sudhausboden unterscheidet sich von den Getreidemühlen hauptsächlich dadurch, daß sich deren beide Schrotwalzen verschieden schnell drehen, wodurch das Malzkorn nicht zerrissen, sondern der Korninhalt bei nur teilweise verletzten Spelzen herausgequetscht wird (weshalb die Schrotmühlen auch früher „Malzquetschen" genannt wurden). Die Spelzen sollen beim nachfolgenden Sudprozeß als Filtermaterial dienen. Das Malzschrot wird nun „eingemaischt". Maischen ist ein altdeutsches Wort für mischen und bezeichnet, was hier geschieht. Das Malzschrot fällt vom Schrotrumpf in den „Maischbottich", der mit vortemperiertem Wasser gefüllt ist. Mittels eines Propellerrührwerkes wird die Maische in Bewegung gebracht und kräftig durchgemischt. Gewöhnlich wird mit 28° R — in den meisten Brauereien wird heute noch nach althergebrachter Sitte mit Reaumurgraden gerechnet — eingemaischt, bei welcher Temperatur eine gewisse biologische Säuerung und die für die Tätigkeit der Enzyme günstige Verschiebung des p_H eintritt.

Zum Verständnis der Vorgänge, die sich jetzt im Sudhaus abspielen, wollen wir kurz ein „Zweimaischverfahren" betrachten: Nach vollendetem Einmaischen wird mit heißem Wasser „zugebrüht", wodurch sich die Temperatur der Gesamtmaische auf 42° R erhöht. Es ist dies die Optimaltemperatur der Peptase, welche die komplizierten Eiweißverbindungen in einfachere abbaut, was bis zu den Aminosäuren geführt werden könnte, aber aus Gründen der Schaumhaltigkeit nicht so weit gehen darf. Gewöhnlich wird eine kurze Eiweißrast (10 bis 20 Minuten) eingehalten, um der Peptase Zeit zur Einwirkung zu geben, sodann je nach Biercharakter auf 54 bis 58° R aufgewärmt und diese Temperatur so lange gehalten, bis die ganze Maische „verzuckert" ist. Diese Verzuckerung ist das ganze Um und Auf des Brauprozesses, der wichtigste Vorgang, der erst die spätere Vergärung der Würze ermöglicht. Man versteht darunter die Hydrolyse der Stärke unter der Wirkung des Enzyms „Diastase", wobei als Endprodukt die hoch vergärbare Maltose (Malzzucker) entsteht. Dieser Abbau tritt jedoch nicht plötzlich ein, sondern es bilden sich als Zwischenprodukte verschiedene Dextrine, die — je nachdem, ob sie in ihrem molekularen Aufbau näher der Stärke oder

näher dem Endprodukt Maltose stehen — schwerer oder leichter vergärbar sind. So geben niedrige Verzuckerungstemperaturen (54° R) höher vergärbare Biere, hohe Verzuckerungstemperaturen (58° R) weniger vergärbare (z. B. dunkle) Biere.

Die beendete Verzuckerung erkennt man durch die „Jodprobe". Bekanntlich färbt sich Stärke mit Jod blau, Zucker bleibt farblos. Man gibt also einen Tropfen der zu untersuchenden Maische auf ein Stück Kreide und läßt einige Tropfen einer n/50-Jodkalilösung darüberlaufen. Ist die Farbreaktion verschwunden, kann die Verzuckerung als beendet angenommen werden, was je nach Art des Malzes zirka 10 bis 30 Minuten dauert. Die erste Maische wird sodann — zwecks Verkleisterung der noch restlichen, nicht aufgeschlossenen Stärke — aufgehitzt, 20 bis 30 Minuten lang gekocht und dann bei ständigem Laufen des Rührwerkes in den Maischbottich zur verbliebenen Restmaische aufgepumpt, wobei sich die Temperatur derselben auf zirka 55° R (wiederum Verzuckerungstemperatur) erhöht. Dann wird die zweite Maische in die Pfanne abgelassen; nochmals Verzuckerung und Kochen und Zurückpumpen der zweiten Maische in den Maischbottich („Abmaischen").

Die nun weitgehend verzuckerte Gesamtmaische wird, um die Treber von der Zuckerlösung zu trennen, in den „Läuterbottich", der einen eingelegten „Läuterboden" (Siebboden) besitzt, überpumpt und bleibt zirka eine halbe Stunde auf „Läuterruhe", damit sich die Maischanteile nach ihrem spezifischen Gewicht schichtförmig absetzen können. (Die Spelzen dienen als Filtermaterial, und jetzt ist es auch verständlich, warum beim Verschroten des Malzes so großer Wert darauf gelegt wird, sie nicht zu zerreißen.) Durch Abläuterrohre, die unter dem Siebboden in den Bottich münden, fließt nun die klare Bierwürze, die zirka 16 bis 20% „Extrakt" (in der Hauptsache Malzzucker) besitzt, in die Läutermulde und von dort in die Sudpfanne. Nach Ablauf der „Vorderwürze" wird der restliche Extrakt der Malztreber durch Überrieseln mit warmem Wasser („Anschwänzen") ausgelaugt, wobei die Treber mittels senkrecht stehender Messer einer „Aufhackmaschine" gelockert werden. Nach fertiger Abläuterung im Läuterbottich bleibt ein extraktfreier Treberkuchen zurück. Die Treber sind ein hochwertiges Futtermittel, da sie hauptsächlich aus dem beim Kochen der Maischen auskoaguliertem Eiweiß bestehen. Sie werden durch das Trebertürl des Läuterbottichs „ausgetrebert" und an die Landwirtschaft verkauft.

Der in der Sud- oder Braupfanne eingelaufenen Bierwürze wird nun Hopfen zugegeben, dessen in den Spindeln, Stengeln und Blättern enthaltene Gerbsäure Eiweiß ausfällt; die im „Lupulin" des Hopfens enthaltenen ätherischen Öle und Harze wirken sterilisierend, also haltbarkeitsfördernd und sind die Geschmacksträger des Aromas im Bier. Das Ende des Hopfensudes erkennt der Biersieder am „Bruch" im Schauglas. Der Bruch besteht aus dem durch Einwirkung der Hitze koagulierten Eiweiß, welches sich flockig ausscheidet. Die Würze bekommt ein blankes, feuriges Aussehen.

Nun wird der Heizdampf abgesperrt und die Würze über den Hopfenseiher, der den ausgelaugten Hopfen zurückhält, auf das Kühlschiff

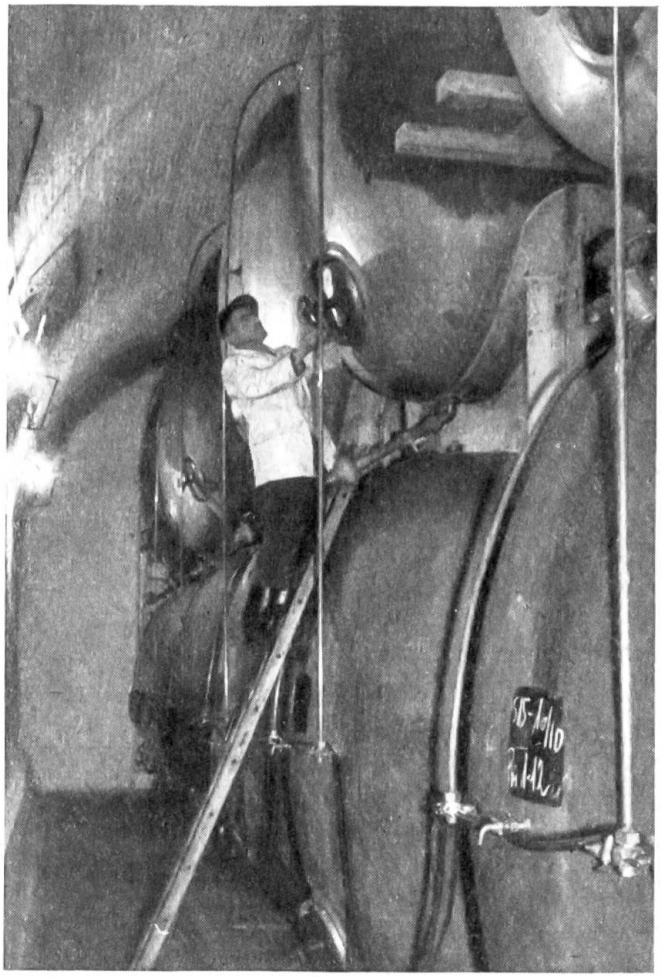

Abb. 5. In großen Lagertanks aus Aluminium reift das Bier nach und wartet auf die Zeit des Ausstoßes

gepumpt, einem möglichst hoch und luftig aufgestellten flachen Gefäß, in dem die Würze nur 10 cm hoch steht. Hier muß sie sich, wie der Name sagt, abkühlen. Dabei setzt sich das darin enthaltene „Geläger" — auch „Trub" genannt — ab; es besteht aus Hopfenharzen, feinst koaguliertem Eiweiß, das nicht im Hopfenseiher zurückgehalten wurde, und einem weiteren Eiweiß, das zwar in der Hitze löslich bleibt, sich aber in der Kälte ausscheidet. Der Trub wird nach Leerwerden des Schiffes mit Gummikrücken abgekehrt.

Wenn die Würze — je nach Außentemperatur in zwei bis drei Stunden — auf zirka 50° C abgekühlt ist — in welcher Zeit auch ungefähr 10% der Gesamtmenge verdampfte —, hat sie damit eine Temperatur erreicht, die für die Entwicklung bierschädlicher Organismen günstig und deshalb für die Würze gefährlich ist. Darum muß sie möglichst schnell weiter abgekühlt werden, indem man sie über den Kühlapparat (Berieselungskühler) laufen läßt. Er besteht aus einem System von Rohren, durch welche als Kühlmittel im oberen Teil gewöhnliches, im unteren Teil gekühltes Brunnenwasser fließt (keine Kühlsole, denn dies wäre bei Undichtwerden des Apparates gefährlich) und über welchen außen in dünner Schicht die Würze läuft; auf diese Weise wird sie in kürzester Zeit von etwa 50° C auf 5 bis 6° C abgekühlt, bei welcher Temperatur sich Fremdorganismen nur mehr langsam entwickeln können.

Von den Kühlapparaten gelangt die Würze in die Gärbottiche, wird mit Bierhefe oder „Zeug" „angestellt" und die Gärung beginnt. Darunter versteht man bekanntlich einen biologisch-chemischen Prozeß, eine Zersetzung organischer Substanzen durch die in den Hefen oder Bakterien enthaltenen Enzyme. Der Brauer versteht unter Gärung die „alkoholische Gärung", bei welcher durch die Enzyme der Bierhefe aus dem Malzzucker (Maltose) Alkohol und Kohlensäure gebildet werden. Die Bierhefe, die diese Veränderungen hervorzurufen imstande ist, ist ein einzelliger Organismus von ellipsenförmigem Aussehen, der von einer Zellhaut umgeben ist und im Zellinneren aus Protoplasma — einer eiweißartigen Substanz — besteht, das wie bei jeder anderen Zelle als Träger des Lebens angesehen werden muß und die Enzyme der Gärung enthält.

Die Gärung selbst vollzieht sich in der Form, daß ein Enzym der Hefezelle, die „Maltase", aus der Hefezelle austritt, das große, nicht diffundierbare Molekül des Malzzuckers $C_{12}H_{22}O_{11}$, außerhalb der Hefezelle in der Bierwürze unter Hydrolyse in zwei einfache Zuckerarten (Dextrose und Lävulose) spaltet.

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O = C_{12}H_{22}O_{12}$$

$$C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$$

Diese zwei einfachen Zuckermoleküle können durch die Zellhaut diffundieren und nun wird im Inneren der Hefezelle der weitere Zuckerzerfall, also die eigentliche alkoholische Gärung, durch ein Enzym, das wir „Zymase" nennen, hervorgerufen:

$$C_6H_{12}O_6 = 2\ C_2H_5OH + 2\ CO_2$$

d. h. aus einem Molekül einfachen Zuckers entstehen je zwei Moleküle Äthylalkohol und Kohlendioxyd.

Die Bierhefe selbst ist dickflüssig und muß bis zu ihrer Verwendung tiefgekühlt unter Wasser aufbewahrt werden. Bei Zutritt von Luft würde sie verderben. Während des „Kühllaufens" (d. h. während der Zeit, in der die Würze vom Kühlschiff über den Kühlapparat in den Bottich läuft) wird „angestellt" oder „Zeug gegeben", so nennt der Brauer die Zugabe von Bierhefe zur Würze.

Nach 15 bis 20 Stunden beginnt sich die Oberfläche der Würze mit einer Schaumschicht zu bedecken („Ankommen"). Diese Decke wird immer stärker, und nach zwei bis drei Tagen ist die Oberfläche mit einer fetten gekräuselten Schaumschicht bedeckt; der Brauer nennt dieses Stadium „Kräusen" und ist dies der Zustand der intensivsten Gärung und Hefevermehrung. Die Temperatur steigt um 2 bis 3° C und muß langsam, mit Hilfe eines im Bier hängenden Systems wasserdurchflossener Kühlrohre, zurückgekühlt werden. Die Schaumhaube beginnt zusammenzufallen („Durchbruch") und die Hefezellen sinken zu Boden. Die Hauptgärung (Bottichgärung) ist beendet, das Bier ist „schlauchreif" und kann nun in die großen Fässer oder Tanks des Lagerkellers „abgeschlaucht" werden. Die „Bierwürze" hat sich in „Jungbier" verwandelt.

An dieser Stelle mag auch erwähnt werden, daß man unter einem 12%igen Bier nicht ein Bier mit 12% Alkohol versteht, sondern ein solches, dessen Würze vor der Gärung 12% Extrakt hatte, also in 100 kg Flüssigkeit 12 kg Extrakt („Stammwürze"). Von diesen 12 kg Extrakt vergären gewöhnlich 9 kg (75% Vergärungsgrad) in Alkohol und Kohlensäure.

Abb. 6. Bierverladung

Der Alkohol bleibt im Bier, die Kohlensäure geht zum größten Teil verloren. Sie ist schwerer als Luft, sinkt zu Boden und wird abgesaugt oder verliert sich durch die Kanäle. Normal vergorenes, ausstoßreifes 12%iges Bier hat noch 3 bis 4% Extrakt und zirka ebensoviel Alkohol. Starkbiere (Bockbier) haben maximal 5% Alkohol, d. i. ungefähr ein Drittel des Alkoholgehaltes eines leichten Weines.

Nach Beendigung der Hauptgärung in den offenen Bottichen des Gärkellers muß das Jungbier zur Nachgärung in die geschlossenen Gefäße des Lagerkellers gebracht werden. Obwohl sich ein großer Teil der Hefe schon im Gärbottich abgesetzt hat und zirka 60% des Extraktes bei der Hauptgärung vergoren wurden, bleibt noch genügend Extrakt und Hefe im Jungbier zur „Nachgärung" übrig. Sie bewirkt das Ausreifen des Bieres durch Absetzen der Hefe und der noch schwebenden Bestandteile von Hopfenharzen und Eiweiß, und die Anreicherung des Bieres mit Kohlensäure. Ihre Bindung an die Kolloide des Bieres ist nur bei den tiefen Temperaturen des Lagerkellers (0 bis 1° C) und unter Druck möglich. Zu letzterem Zweck werden die sogenannten Spundapparate (meistens mit Quecksilber gefüllte U-Rohre) so an das Lagerfaß angeschlossen, daß die bei einem gewissen Überdruck im Faß, z. B. 0,3 Atü entweichende Kohlensäure ständig das Gewicht der immer wieder zurückfließenden Quecksilbervorlage aufheben muß, ehe sie stoßweise entweichen kann. Auf diese Weise lastet bei der tiefen Kellertemperatur auch ein gleichmäßiger Spundungsdruck im Lagerfaß über dem nachgärenden Jungbier, wodurch eine feste CO_2-Bindung an die Kolloide des Bieres erreicht wird.

Nach ungefähr dreimonatiger Lagerzeit ist das Bier ausstoßreif und kann abgefüllt werden. Da Bier in seiner Zusammensetzung ein guter Nährboden für alle möglichen Organismen ist, ist es selbstverständlich, daß auch Fässer und Flaschen vor der Füllung in einen sauberen, möglichst sterilen Zustand gebracht werden müssen.

Der Eigenart des Bieres — als sehr labiles Flüssigkeits-Gasgemisch — entsprechend, müssen auch die für die Bierabfüllung in Fässer oder Flaschen bestimmten Apparaturen Rechnung tragen. So darf Bier nur unter Gegendruck abgefüllt werden, und erst dann in Transportgefäße laufen, wenn deren atmosphärischer Druck gleich ist dem Druck, der über dem Bierkessel im Abfüllapparat lastet (isobarometrische Abfüllung), so daß sich das Faß oder die Flasche nur mit dem kleinen Überdruck — der der Höhe der Flüssigkeitssäule entspricht — mit Bier füllt. Die Bierpumpen, meist mehrstufige Zentrifugalpumpen mit regelbarer Tourenzahl, arbeiten wie „Druckregler", denen das abzufüllende Bier mittels Luftdruck (der um Kohlensäureentbindungen zu verhindern, etwas höher sein muß als der Spundungsdruck am Lagerfaß) zugeführt wird. Im Druckregler wird der Druck im Bier ohne Schwankungen auf jene Höhe gebracht, die notwendig ist, den Höhenunterschied und den Widerstand der Leitungen und des Bierfilters zu überwinden. Die Bierfilter (meist mit einem Filtermassegemisch aus Zellulose, Leinenfaser und Baumwolle gefüllte Schalenfilter) sind Adhäsionsfilter und dienen dazu, dem Bier absolute Glanzfeinheit zu verleihen.

Ohne ein eigenes Versuchslaboratorium ist ein gut geleiteter Brauereibetrieb heute nicht mehr denkbar. Wissenschaftliche Stationen für Brauereien und eigene Forschungsinstitute an den Hochschulen der ganzen Welt ermöglichen es den Brauereien, stets auf der Höhe zu bleiben, die Qualität des Bieres aufrechtzuerhalten oder zu verbessern. Der alte Brauergruß freilich „Gott geb' Glück und Segen!" hat auch heute noch, trotz aller wissenschaftlichen Fortschritte, seine Bedeutung und Berechtigung.