

liche Arbeit von J. Pfeiffer²¹⁾ verweisen und die diesbezüglichen Ausführungen der Herren Rubner und Schmidtmanu übergehen, die sich bei der Besprechung des Kesselspeisewassers doch wohl auf ein ihnen ferner liegendes Gebiet begeben haben²²⁾.

Zur Analyse und Beurtheilung der Darrmalze.

Von E. Prior.

(Mittheilungen aus der vom Kgl. Bayer. Staate
subv. Versuchsstation für Bierbrauerei zu Nürnberg.)

Die Analyse des Darrmalzes, wie sie gegenwärtig an den Versuchsstationen und Brauereilaboratorien üblich ist, bestimmt den Wassergehalt, die Extractausbeute, den Säuregehalt, den Zuckergehalt oder, richtiger gesagt, den Gehalt an reducirenden Kohlehydraten (Achroodextrine und Maltose) im Extract des Malzes als Maltose berechnet.

Um weitere Anhaltspunkte über die Güte und den Charakter des Malzes, welche gleichzeitig Rückschlüsse auf die Art der Herstellung und Schlüsse auf das Verhalten bei der Verwendung in den Brauereien gestatten, zu gewinnen, finden auch die Art der Maische-filtration, der Geruch und Geschmack des Malzes und der Maische, das Verhalten der Würze beim Kochen, sowie ihre Farbe und Beschaffenheit Berücksichtigung.

Ausserdem unterwirft man das Malz noch der sogenannten physikalischen Prüfung, welche sich auf die Bestimmung des Körner- und Hektolitergewichtes, der Korngrösse (Sortirungsprobe), der Anzahl verglaste, harter und mehligere, der weissen, braunen und verbrannten Körner, sowie des Procentsatzes an Körnern mit ungelösten Spitzen und Stellen im Mehlkörper und endlich auf die Ermittelung der Blattkeimlänge erstreckt.

Wenn nun auch der chemische Theil der Malzuntersuchung befriedigende Werthe liefert, soweit es das stets mehr oder weniger heterogene Untersuchungsmaterial gestattet, und in gewisser Richtung sichere Schlüsse zulässt, so giebt doch die physikalische Prüfung, die ohnedies der individuellen Beurtheilung und Geschicklichkeit einen weiten Spielraum gewährt, bei der Prüfung in verschiedenen Laboratorien weniger gut übereinstimmende

und damit weniger zuverlässige Ergebnisse. Abgesehen von den oben erwähnten nicht zu bestreitenden Mängeln hat man zu beachten, dass bei der physikalischen Prüfung, namentlich bei der Feststellung der Körnerbeschaffenheit und Blattkeimlänge, eine verhältnissmässig geringe Anzahl Körner verwendet wird, wodurch sich der erwähnte Einfluss, wie von mir angestellte Versuche ergeben haben, in höherem Maasse bemerkbar macht¹⁾.

Nun ist aber gerade die physikalische Prüfung, welche über die sogenannte Lösung und über Fehler beim Trocknen (Schwelken) und Darren des Malzes u. s. w. bisher alleinigen Aufschluss gab, für die Beurtheilung der Güte des Malzes ungemein wichtig; es ist daher in hohem Grade bedauerlich, dass ihre Ergebnisse, was sich nicht bestreiten lässt, an Unsicherheit leiden.

Ausserdem ist die mechanische Prüfung nicht empfindlich genug, um die feinen Unterschiede in der physikalischen Beschaffenheit der Malzstärke, welche die Güte des Malzes bedingt und die Ausbeute in der Praxis beeinflusst, erkennen zu lassen, denn Körner, in welchen sich die mangelhafte Lösung innerhalb gewisser Grenzen durch das ganze Korninnere erstreckt, werden bei der Schnittprobe oft noch mehlig oder bei der Durchleuchtungsprobe noch schwarz erscheinen, obgleich sich die Stärke schon in schwer aufschliessbarem Zustande befindet.

Andererseits aber können Mängel in der physikalischen Beschaffenheit der Malze durch erhöhten Diastasegehalt ganz oder theilweise ausgeglichen werden und fallen dann weniger in die Waagschale. Die übliche Analyse lässt das aber nicht erkennen und führte daher wohl manchmal zu einer Beurtheilung des Malzes, die dasselbe nicht verdiente.

Es ist deshalb schon seit längerer Zeit mein Bestreben gewesen, die chemische Analyse des Malzes zu erweitern bez. zu ergänzen, um auf wissenschaftlichem Wege zu unantastbaren Schlüssen über Charakter und Qualität der Malze zu gelangen, ohne, wie ich gleich hier bemerken will, die bisher geübte physikalische Prüfung, soweit es sich um die Schnitt-, Durchleuchtungs- und Sortirungsprobe handelt, als entbehrlich bezeichnen zu wollen, denn die Ergebnisse der mechanischen Prüfung werden die auf chemischem Wege gefundenen immer bestätigen und ergänzen und zur weiteren Aufklärung beitragen.

Um auf chemischem Wege über die Beschaffenheit des Malzes in der angeführten Richtung Aufschluss zu erhalten, hat man

²¹⁾ Zeitschrift für angewandte Chemie 1902, 193 bis 207.

²²⁾ Vgl. K. Kraut, „Cum grano salis: Die Kaliindustrie im Leine- und Wesergebiet und das Gutachten der Königl. wissenschaftlichen Deputation für das Medicinalwesen über die Einwirkung der Kaliindustrieabwässer auf die Flüsse“ (Berlin 1902), S. 42.

¹⁾ Siehe meine Abhandlungen über „Die Vorbereitung des Malzes zur Analyse“ im Bayerischen Brauer-Journal XII, 1902, Seite 51.

sich zu erinnern, dass sowohl die Lösung des Malzes, als auch die Behandlung, welche dasselbe beim Trocknen und Darren erfahren hat, vornehmlich in der physikalischen Beschaffenheit des Mehlkörpers und dem Diastasegehalt zum Ausdruck kommen und dass der Verzuckerungsprocess, sowie das hierbei entstehende Mengenverhältniss der löslichen reducirenden Kohlehydrate (Maltose und Achroodextrine) zu einander einestheils von der Menge der vorhandenen Diastase und Stärke, anderentheils von dem physikalischen Zustand der Malzstärke abhängen.

Es müssen daher für die einzelnen Malztypen und auch für den „Lösungsgrad“ des Malzes durch Bestimmung des Diastase- und Stärkegehaltes und der Mengen der bei der Vermaischung des Malzes, also bei der Einwirkung der vorhandenen Diastase auf die anwesende Stärke gebildeten reducirenden Kohlehydrate (Maltosezahl) ziffernmässige Anhaltspunkte erhalten werden, welche uns dem von mir angestrebten Ziele näher führen.

Thatsächlich haben denn auch diesbezügliche Versuche Resultate ergeben, welche zu weiteren Studien ermuntern und Aussicht bieten, tiefere Einblicke in die Eigenschaften der Malze zu erhalten, insbesondere wenn dieselben mit den Ergebnissen der Praxis in Beziehung gestellt werden.

Zu diesem Behufe habe ich bei 20 Malzen der verschiedenen Typen ausser der üblichen chemischen Analyse nach der Wiener Vereinbarung vom Jahre 1898 und der mechanischen Prüfung noch folgende Bestimmungen ausführen lassen:

1. Den Diastasegehalt nach Lintner.
2. Die aus den im Malze vorgebildeten Kohlehydraten beim Maischen entstehenden reducirenden Kohlehydrate als Maltose.
3. Die Menge der vorgebildeten Gesamtkohlehydrate des Malzes.
4. Die Menge der Kohlehydrate in dem durch Vermaischung erhaltenen Würzeextract.

Der Gang der Analyse gestaltet sich demnach folgendermaassen:

I. 50 g Malzmehl werden mit annähernd 400 ccm kaltem Wasser unter öfterem Umschütteln in einem $\frac{1}{2}$ Liter-Kolben drei Stunden lang digerirt; dann füllt man auf 500 ccm auf, schüttelt gut durch und filtrirt durch ein Faltenfilter. Man maischt nun 250 ccm Flüssigkeit in der für die Analyse des Malzes üblichen Weise, kocht auf und bringt nach dem Erkalten wiederum auf 250 ccm.

Die filtrirte Flüssigkeit dient zur Bestimmung

- a) der reducirenden Kohlehydrate als Maltose auf 100 g Malztrockensubstanz berechnet,

- b) der Gesamtkohlehydrate; zu diesem Behufe werden 100 ccm Flüssigkeit mit 7,5 ccm Salzsäure von 1,13 spec. Gew. nach Sachse invertirt und in einem aliquoten Theil der neutralisirten auf 200 ccm aufgefüllten Flüssigkeit die Glucose nach Allihn bestimmt und schliesslich auf Stärke in 100 g Malztrockensubstanz umgerechnet.

II. 25 g Malzmehl dienen zur Bestimmung des Diastasegehaltes nach Lintner. Die Diastase wird in Gewichtsprocenten der Malztrockensubstanz angegeben.

III. Von der bei der üblichen Vermaischung des Malzes erhaltenen Malzwürze werden 25 ccm auf 100 ccm gebracht, wie oben nach Sachse invertirt, die gebildete Glucose nach Allihn bestimmt und auf Stärke in 100 g Malztrockensubstanz berechnet.

Aus diesen Werthen und dem in der Malzwürze bei der üblichen Analyse ermittelten Maltosewerth werden berechnet:

1. Die vorhandenen Gesamtabbauprodukte des löslichen Antheils und der beim Maischen gebildeten als Stärke berechnet nach III.

2. Die vorgebildeten im Malze enthaltenen löslichen Abbauprodukte nach Ib.

3. Aus der Differenz zwischen 1 und 2 die bei der Vermaischung abgebaute Stärkemenge.

4. Aus der Differenz zwischen dem bei der üblichen Analyse erhaltenen und dem sub Ia erhaltenen Maltosewerth die bei der Vermaischung der Stärke gebildeten reducirenden Kohlehydrate.

5. Die Dextrinwerthe. Hierunter sind die Zahlen verstanden, welche man erhält:

- a) Wenn die in dem löslichen Malz-antheil ermittelte Maltosezahl Ia auf Stärke berechnet von dem als Stärke berechneten Gesamtkohlehydratgehalt des löslichen Antheils Ib in Abzug gebracht wird:

Löslicher Dextrinwerth des Malzes.

- b) Wenn die in der Malzwürze ermittelte Maltosezahl auf Stärke umgerechnet von dem als Stärke berechneten Gesamtkohlehydratgehalt des Malzes (III) in Abzug gebracht wird:

Gesamtdextrinwerth des Malzes.

- c) Aus der Differenz zwischen dem nach sub 5b berechneten Gesamtdextrinwerth und dem sub 5a berechneten vorgebildeten Dextrinwerth ergibt sich der Dextrinwerth des bei der Vermaischung abgebauten Stärketheils.

6. Die Menge Diastase, welche zum Abbau von 100 Theilen Stärke erforderlich wäre.

7. Die von einem Gramm Diastase abgebaute Stärke, gebildete Maltose und Dextrine.

8. Die Mengen Stärke, welche von einem Gramm Diastase in 10 Minuten abgebaut worden sind.

9. Das Verhältniss der bei der Vermischung des Malzes gebildeten Maltose und der Gesamtmaltose zu ihren Dextrinwerthen.

In der folgenden Tabelle sind die erhaltenen Zahlen zusammengestellt. Ich habe die mit fortlaufenden Nummern bezeichneten Malze ihrem Charakter nach geordnet, um sowohl die Unterschiede zwischen den einzelnen Malztypen als auch die Unterschiede, welche zwischen Malzen desselben Typus bestehen, deutlich hervortreten zu lassen.

1. Extractwerthe. Hier finden wir die schon lang bekannte Thatsache, dass im Allgemeinen die Extractausbeute der lichten Malze höher als die der dunklen ist.

Die mittlere Extractausbeute der ganz lichten Malze No. 1 bis 5 ist = 78,26 Proc., die der hellgoldfarbigen Malze 6 bis 9 = 77,50 Proc., der dunkelgoldfarbigen Malze 10 bis 13 = 76,37 Proc., der dunklen Malze 14 bis 19 = 76,18 Proc., doch liefern auch unter den dunklen Malzen die Malze 14 und 16 eine sehr hohe, den hellgoldfarbigen entsprechende Ausbeute. Malz No. 20 hat ausser Vergleich zu bleiben, da dasselbe ein überhitztes und so diastasearmes Product ist, dass die Stärke nicht vollständig beim Vermischen abgebaut wurde.

2. Diastasegehalt. Ein Blick auf die erhaltenen Zahlen lehrt, dass der Diastasegehalt der Malze innerhalb sehr weiter Grenzen schwankt. So wurden in dem Malz No. 10 nur 0,529 g Diastase, in dem Malze 3 hingegen 2,11 g Diastase gefunden.

Wenn nun auch im Allgemeinen der Diastasegehalt der lichten, also nieder abgedarrten Malze höher als derjenige der höher ausgedarrten ist, so ergeben sich doch auch viele Ausnahmen; der Diastasegehalt des lichten Malzes No. 6 mit der Farbe 3,4 ist der nämliche wie der des dunkelsten Malzes No. 19 mit der Farbe 16,2; ebenso übertrifft auch der Diastasegehalt der dunklen aromatischen Malze theilweise den der Malze von hellerer Farbe und bei Malzen derselben Farbe, z. B. den Malzen No. 10—13 zeigen sich grosse Unterschiede, die nicht ohne Einfluss auf das Verhältniss der Kohlehydrate, die Zusammensetzung der Würzen und die Beschaffenheit der Biere sein können. Schon

diese Unterschiede zeigen, wie wichtig es ist, den Diastasegehalt der Darrmalze zu bestimmen.

Wenn ich früher gegentheiliger Ansicht gewesen bin²⁾, so hatte das seinen Grund darin, dass der Diastasegehalt allein und als Fermentativvermögen berechnet bei den bisher üblichen Analysen nur wenig Anhaltspunkte für die Beurtheilung lieferte.

3. Gesamtabbauproducte. Die Unterschiede liegen zwischen 59,73 und 64,80 Proc.; wenn auch der Gehalt an Abbauprodukten in den lichter Malzen meist grösser ist als in den dunklen, so finden wir doch auch bei den letzteren Malzen, wie Malz No. 10 von der Farbe 5,6 zeigt, Werthe, die sich der höchsten Zahl der lichten Malze nähern.

Dagegen stehen die Abbauproducte nicht bei allen Malzen im Verhältniss zu ihrer Extractausbeute. So liefert das Malz No. 8 mit dem niedersten Gehalt an Abbauprodukten eine gleich hohe Ausbeute wie Malz No. 5, das den höchsten Procentsatz an Abbauprodukten ergab.

Dasselbe gilt für die vorgebildeten, wasserlöslichen Abbauproducte, denn auch hier lässt sich keine eigentliche Regelmässigkeit zwischen dem Gehalt an diesen und der Extractausbeute erkennen.

Dagegen darf wohl angenommen werden, dass im Allgemeinen die Malze mit höherem Gehalt an wasserlöslichen Abbauprodukten, wenn derselbe eine gewisse Grenze (überlöstes Malz!) nicht überschreitet, von der Tenne her die beste Lösung besitzen und auch beim Darrprocess entsprechend geschont wurden, wie dies bei Malz No. 11 mit 13,32 Proc. löslichen Abbauprodukten der Fall sein dürfte. Als Beispiel für ein überlöstes Malz dürfte No. 8 anzuführen sein, da dasselbe eine sehr geringe Menge Gesamtabbauproducte, jedoch einen hohen Procentsatz löslicher Abbauproducte enthält.

Die im Charakter gleichen Malze No. 10 und 11 differiren im Gehalt an löslichen Abbauprodukten um rund 3 Proc., doch besitzt, wie der niedere Diastasegehalt des Malzes No. 10 und die längere Verzuckerungszeit gegenüber dem Malze No. 11 zeigen, Malz No. 10 bei niederem Procentsatz an löslichen Abbauprodukten weniger gute Lösung als Malz No. 11. Auch das für den Charakter des Malzes ausserordentlich hohe Hektolitergewicht bestätigt hier diese Annahme.

Hervorzuheben sind auch noch die Unterschiede in der Beschaffenheit der Würze und

²⁾ Prior, Chemie und Physiologie des Malzes und des Bieres, 1896, Seite 230.

im Aroma beider Malze. Die Würze des besser gelösten Malzes No. 11 lief klar und war aromatisch, während von Malz No. 10 eine opalisirende Würze mit mässigem Aroma erhalten wurde.

4. Durch Diastase abgebaute Stärke. Die Werthe schwanken von 45,13 bis 52,5 Proc. Im Allgemeinen, und das ist ja selbstverständlich, sind die abgebauten Stärkemengen in Malzen aus stärkearmen Gersten, sowie in gut gelösten, viel vorgebildete lösliche Abbauprodukte enthaltenden Malzen geringer als in den anderen.

Der letzterwähnte Umstand ist auch der Grund, warum diese Stärkemengen nicht im Verhältniss zur Extractausbeute stehen; so liefert Malz No. 8 mit dem niedersten Gehalt an abgebauter Stärke und dem höchsten Gehalt an vorgebildeten löslichen Kohlehydraten eine ebenso hohe Extractausbeute als Malz No. 5 mit dem höchsten Procentsatz abgebauter Stärke.

5. Die Arbeitsleistung der Diastase. Um einen Vergleich über die Arbeitsleistung der Diastase sowohl im Allgemeinen, als auch für die einzelnen Malze anstellen zu können, ist dieselbe auf eine bestimmte Grösse zu beziehen.

Ich habe zu diesem Zweck berechnet:

1. Wie viel Diastase bei den einzelnen Malzen auf 100 g abgebaute Stärke trifft und
2. wie viel Stärke von 1 g Diastase abgebaut wurde.

Bei Würdigung der beiden Zahlenreihen ist an das von Kjeldahl aufgestellte Proportionalitätsgesetz über die Einwirkung der Diastase auf Stärke zu erinnern, welches besagt, dass die durch Diastase gebildeten Zuckermengen nur bei Stärkeüberschuss und innerhalb einer bestimmten Reductionsgrenze, welche für Maltose 30—45 beträgt, im Verhältniss zu der Diastasemenge stehen.

Dieses Gesetz ist auch hier sofort erkennbar, wenn man die gebildete Maltose zu den Diastasemengen in Beziehung setzt.

Zu diesem Behufe wurde die von 1 g Diastase gebildete Maltose ebenfalls berechnet. Aus den erhaltenen Zahlen geht hervor, dass umsomehr Maltose gebildet wird, je grösser die Stärkemenge war, auf welche die Diastase einwirkte.

Die diastasearmen Malze 6, 10 und 19 sind Beispiele hierfür, denn bei diesen hat 1 g Diastase 94,47, 98,73 und 92,28 g Stärke abgebaut und 74,95, 75,32 und 69,66 g Maltose erzeugt, während bei den Malzen No. 1—5 nur 33,18, 28,07, 23,82, 24,47 und 24,66 g Stärke abgebaut und 28,81, 24,07, 20,19, 20,43 und 20,31 Maltose gebildet wurden.

Die Diastase leistet demgemäss in Malzen mit niederem Diastasegehalt, also auch in dunklen Malzen mehr Arbeit als in diastase-reichen lichten Malzen. Dieses Verhalten erklärt auch, warum der Maltosegehalt im Extrakt bei der Mitverwendung stärkehaltender Malzsurrogate eine Zunahme erfahren kann, wie ich vor einigen Jahren durch Versuche nachgewiesen habe³⁾.

Über die leichtere oder schwierigere Abbaufähigkeit der Malzstärke und damit auch über die „Lösung“ des Malzes und dessen Behandlung auf der Darre erhält man Anhaltspunkte, wenn man die Zeit berücksichtigt, welche nöthig war, um die vorhandene Stärkemenge bis zum Verschwinden der Erythroextrinreaction abzubauen.

Ich habe, um vergleichbare Zahlen zu bekommen, die von 1 g Diastase in 10 Minuten abgebauten Stärkemengen nach der

Formel $S_1 = \frac{S \times 10}{V}$ berechnet, worin S

die von 1 g Diastase bis zum Verschwinden der Erythroextrinreaction abgebaute Stärkemenge, V die hierzu erforderliche Zeit (Verzuckerungsdauer) und S_1 die innerhalb 10 Minuten von 1 g Diastase abgebaute Stärke bedeutet.

Um aus den so erhaltenen Werthen Schlüsse ziehen zu können, darf man, dem Proportionalitätsgesetz von Kjeldahl entsprechend, nur die Malze mit gleichem Diastase- und Stärkeverhältniss unter sich vergleichen.

Da in den Malzen 1 bis 5 grosse Diastaseüberschüsse enthalten sind, kann man diese sehr wohl mit einander in Vergleich ziehen. Danach ist die Stärke der Malze 4 und 5 leichter abbaubar als die von 3, worauf in absteigender Linie Malz 2 und 1 folgen.

Hierbei ergibt sich die bemerkenswerthe Thatsache, dass die Stärke des Malzes No. 5 mit dem hohen Hektolitergewichte von 55 kg ebenso leicht abbaufähig ist als die des Malzes No. 4 mit dem niederen Hektolitergewicht von 52,6 kg.

Weiter sind in dieser Beziehung mit einander vergleichbar die Malze No. 6, 10 und 19. Darunter ist Malz 6 mit dem für lichte Malze niederen Diastasegehalt besonders interessant. Bei diesem werden 34,3 g Stärke, bei Malz 10 30,4 und bei Malz 19 33,5 g Stärke in 10 Minuten abgebaut.

Die am schwierigsten abbaubare Stärke enthält Malz 10, die am leichtesten abzu-

³⁾ Bayer. Brauer-Journal IX, S. 305; Zeitschr. für Untersuchung der Nahrungs- und Genussmittel, sowie der Gebrauchsgegenstände II, 1899, S. 697.

bauende Malz 6. Das letztere ist aber ein schlechtes Malz, da es trotz der lichten Farbe nur ebenso viel Diastase enthält, wie das dunkelste Malz No. 19, womit sein hohes Hektolitergewicht im Einklang steht. Auch Malz 10 ist ein schlecht gelöstes Malz, denn dasselbe enthält bedeutend weniger Diastase als alle tiefer gefärbten Malze. Auch dieses Malz besitzt ein hohes Hektolitergewicht.

Es dürften demnach hohes Hektolitergewicht und geringer Diastasegehalt auf schlechte Lösung schliessen lassen.

Dagegen ist Malz 19 als ein gut gelöstes, sehr dunkles typisch-bayerisches Malz zu bezeichnen.

Die Malze 7, 11 und 14, bei welchen je 100 g Stärke durch 1,78, 1,96 und 1,84 Diastase abgebaut werden, sind untereinander vergleichbar. In 10 Minuten werden bei Malz 7 25,5, bei Malz 11 22,7 und bei Malz 14 31,0 g Stärke abgebaut. Das letztere enthält also die Stärke im günstigsten Zustand, dann folgt Malz 7 und schliesslich Malz 11.

Von den Malzen 8 und 12 enthält das erstere leichter aufschliessbare Stärke, denn es wurden in 10 Minuten 37,5, bei Malz 12 jedoch nur 16,3 Stärke abgebaut.

Die Malze 13, 15, 16, 17 und 18 sind wiederum vergleichbar. Die am leichtesten abbaubare Stärke enthält Malz 13, dann folgen in absteigender Linie 16, 15, 17 und 18.

Wenn auch im Allgemeinen die Malze mit leicht angreifbarer Stärke als die besser gelösten zu bezeichnen sind, so ist damit nicht gesagt, dass es auch für die Praxis die besten Malze sind.

Ein Beispiel hierfür bildet Malz No. 8, dieses ist sicher ein sogenanntes überlöstes Malz; hierfür spricht dessen sehr hoher Procentsatz vorgebildeter Abbauprodukte, die ausserordentliche Zuckerbildung beim Vermaischen und der niedere Dextringehalt, welcher zu einem abnormen Verhältniss des Dextrins zur Maltose 1 : 4,98 bez. 1 : 6,32 führt, das nicht einmal in den lichtesten Malzen, bei welchen der Stärkeabbau durch bedeutend grössere Diastasemengen erfolgt, vorhanden ist. Dieses Malz giebt sicherlich bei seiner Verarbeitung hoch vergärende leere Biere.

Selbstredend kann ich auf Grund dieser Analysen noch keine Grenzwerte für die einzelnen Malztypen aufstellen, doch lehren dieselben, dass der Diastasegehalt bei den ganz lichten Malzen nicht viel unter 2 Proc., bei den hellgoldfarbigen bis zur Farbe 4 nicht viel unter 1 Proc., bei den dunkelgoldfarbigen bis zur Farbe 6 nicht viel unter 0,9 Proc.

und bei den bayerischen dunkelsten Malzen nicht unter 0,53 Proc. betragen darf.

Bei der Beurtheilung des unterschiedlichen Diastasegehaltes der Malze, seiner Wirksamkeit und der Stärkebeschaffenheit hat man auch die Darrung mit zu beachten, da die einzelnen Malztypen mit verschiedenem Wassergehalt höheren Temperaturen und verschieden lang ausgesetzt werden, um eben die typischen Charaktereigenschaften zu erhalten. So beträgt, wie ich schon vor 10 Jahren nachgewiesen habe⁴⁾, der Wassergehalt des Schwellmalzes bei Pilsener Malz 8—10 Proc., bei Wiener Malz 10—15 Proc., bei bayerischem Malz 15—20 Proc. Da nun die Diastase in feuchtem Zustande leichter zerstörbar ist, wird beim Darrprocess umso mehr Diastase unwirksam, je feuchter das Malz höheren Temperaturen ausgesetzt wurde. Deshalb und weil die Pilsener Malze nicht so hohen Temperaturen ausgesetzt werden, sind diese am reichsten und die bayerischen Malze, welche ohnedies längere Zeit auf Abdarrtemperatur erhalten werden, am ärmsten an Diastase.

Aber auch auf die Beschaffenheit der Malzstärke ist der erwähnte Umstand von Einfluss; diese erleidet die wenigsten Veränderungen bei dem Pilsener und die meisten bei den bayerischen Malzen. Dazu kommt bei den tiefer gefärbten Malzen noch die Bildung von Röstproducten.

Die Beschaffenheit der Malzstärke hängt daher nicht allein von der Tennenarbeit, sondern auch von der Art der Führung des Darrprocesses ab. Für die Verwendung des Malzes ist es selbstverständlich gleichgiltig, ob eine ungünstigere Beschaffenheit der Stärke von der Tenne oder Darre stammt, da nur die thatsächliche Beschaffenheit der Stärke und der Diastasegehalt den Kohlehydratgehalt der Würze und die Ausbeute beeinflussen.

6. Das Zuckerverhältniss. Aus dem Maltosegehalt im Malze oder im Extracte lassen sich nur insofern Schlüsse auf die Qualität des Malzes ziehen, als die Erfahrung gelehrt hat, dass gute charaktervolle Malze, ihrem Typus entsprechend, innerhalb gewisser Grenzen auch bestimmte Mengen Zucker im Extract enthalten und dass, wenn die Zuckerzahl ausserhalb der durch die Erfahrung gegebenen Grenzen liegt, das Malz eben nicht mehr als charaktervoll und typisch bezeichnet werden kann. Ich stehe deshalb auch heute noch auf dem Standpunkt, dass die Maltosebestimmung bei der Beurtheilung der Handelsmalze einen wichtigen Factor bildet.

⁴⁾ Bayer. Brauer-Journal 1892, II, Seite 2.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Farbe der 10-proc. Malzwürze ($\frac{n}{100}$ Jodlösung)	1,7	1,6	1,7	2,0	2,2	3,4	4,0	4,3	4,3	5,6	5,6	6,0	6,1	7,0	7,4	8,0	8,7	8,7	16,2	22,6
Verzuckerungsdauer im Mittel, Minuten	22,5	17,5	12,5	12,5	12,5	27,5	22,5	12,5	17,5	32,5	22,5	27,5	22,5	17,5	27,5	22,5	27,5	37,5	27,5	+ 60
Auf 100 Theile Malztrocken- substanz berechnet:																				
Diastase	1,533	1,874	2,11	2,052	2,076	0,538	0,902	0,963	1,133	0,529	0,923	1,184	0,764	0,904	0,769	0,787	0,770	0,641	0,595	0,165
Extractausbeute	78,40	78,20	78,30	77,90	78,50	77,80	76,20	78,40	77,60	76,30	76,90	76,40	75,90	77,60	74,50	77,80	74,90	76,50	75,30	71,20
Gesamtbauproducte (als Stärke)	63,12	63,83	63,60	63,04	64,80	62,45	61,85	59,73	64,00	62,76	60,46	61,23	63,41	60,08	61,72	63,20	60,99	62,05	62,54	58,84
Vorgebildete Abbauproducte (als Stärke)	12,97	11,33	13,35	11,99	13,58	11,51	11,13	14,60	14,10	10,48	13,32	11,64	12,34	10,95	11,29	11,01	12,44	11,38	18,13	9,83
Gesamtmaltose	52,97	53,56	52,75	51,44	52,03	48,79	48,36	51,91	49,49	46,54	47,77	47,14	46,30	46,84	45,01	47,15	44,79	48,43	45,18	36,30
Maltose in 100 Theilen Extract. Maltose der vorgebildeten Abbauproducte	67,56	68,49	67,37	65,65	66,28	62,71	63,47	66,21	63,78	61,00	62,12	61,70	61,00	60,36	60,04	60,60	60,37	63,31	59,98	50,99
Gesamtdextrinwerth	8,81	8,45	10,18	9,20	9,86	8,38	7,35	11,18	9,15	6,67	9,03	8,58	7,63	6,74	7,45	7,89	7,87	8,09	7,87	5,07
Dextrinwerth der vorgebildeten Abbauproducte	12,80	12,95	13,49	14,46	15,37	16,10	15,91	10,72	16,98	18,55	15,08	16,45	19,42	15,58	18,96	18,40	18,44	16,04	19,62	24,35
Von Diastase abgebaute Stärke	3,90	3,30	3,68	3,24	4,23	3,55	4,15	3,98	5,37	4,14	4,74	3,49	5,09	4,55	4,24	3,51	4,96	3,69	5,66	5,02
Von Diastase gebildete Maltose	60,85	52,50	50,25	51,05	51,20	50,94	50,72	45,13	49,93	52,28	47,14	49,59	51,07	49,18	50,43	52,19	48,55	50,67	49,41	49,01
Von Diastase gebildetes Dextrin	44,16	45,11	42,57	41,94	42,17	40,41	41,01	40,73	40,34	39,87	38,74	38,56	38,67	40,10	37,56	39,26	36,92	40,34	37,30	31,24
Auf 100 Stärke trifft Diastase	8,90	9,65	9,81	11,22	11,14	12,55	11,76	6,44	11,61	14,41	10,34	12,96	14,33	11,03	14,72	14,89	13,48	12,35	13,96	19,33
Ein Gramm Diastase: a) baut Stärke ab	3,02	3,55	4,20	4,02	4,05	1,06	1,78	2,13	2,27	1,03	1,96	2,23	1,50	1,84	1,55	1,51	1,59	1,27	1,09	0,337
b) bildet Maltose	33,18	28,07	23,82	24,87	24,66	94,47	56,22	46,87	44,07	98,73	51,08	44,91	66,85	54,34	65,60	66,28	62,97	79,04	92,28	—
c) bildet Dextrin	28,81	24,07	20,19	20,43	20,31	74,95	45,46	42,30	35,60	75,32	41,98	36,80	50,62	44,35	49,66	49,86	47,89	62,95	69,66	—
Ein Gramm Diastase baute in 10 Minuten Stärke ab	5,80	5,15	4,65	5,46	3,37	23,32	13,03	6,68	10,25	27,24	11,20	11,74	18,76	12,20	19,14	18,92	17,50	19,26	26,09	—
Auf 1 Theil Gesamtdextrin trifft Maltose	14,7	16,0	19,0	19,9	19,7	34,3	25,5	37,5	23,6	30,4	22,7	16,3	29,7	31,0	23,9	29,4	22,9	21,3	33,5	—
Auf 1 Theil durch Diastase er- zeugtes Dextrin trifft Maltose	4,14	4,14	3,91	3,54	3,38	3,03	3,04	4,98	2,91	2,51	3,16	2,87	2,38	3,00	2,38	2,55	2,43	3,02	2,33	—
Säure als Milchsäure berechnet	4,96	4,67	4,33	3,73	3,79	3,22	3,48	6,32	3,47	2,76	3,74	2,97	2,70	3,64	2,53	2,63	2,73	3,26	2,67	—
Würzebeschaffenheit	0,69	0,62	0,59	0,50	0,78	0,74	0,65	0,89	0,45	0,41	0,76	0,67	0,65	0,82	0,70	0,79	0,77	0,70	0,74	0,66
	klar	klar	klar	klar	klar	klar	klar	klar	klar	opalis.	klar	klar	klar	opalis.	trüb	klar	opalis.	opalis.	opalis.	opalis.
	arom.	arom.	arom.	arom.	arom.	arom.	arom.	arom.	arom.	schw.	arom.	arom.	schw.	arom.	arom.	arom.	arom.	arom.	arom.	arom.
Physikal. Beschaffenheit:																				
Hektolitrgewicht	54,1	55,4	54,8	52,6	55,0	55,2	52,6	53,0	53,4	56,2	52,6	49,2	53,0	52,0	50,6	54,7	53,0	54,4	52,8	50,2
Glasige Körner	2,0	1,0	7,0	1,5	2,5	0,0	2,0	4,0	1,5	3,5	5,0	0,5	4,5	0,5	1,5	2,0	2,0	1,0	2,0	3,0
Harte Körner	2,5	1,5	2,5	0,5	1,0	2,5	1,5	3,5	0,5	2,5	2,0	0,5	3,0	0,0	0,5	1,0	2,5	0,0	1,5	1,0
Braune Körner	0,5	2,0	2,0	1,5	4,5	6,0	9,0	8,0	8,0	16,0	15,0	20,0	20,0	84,0	11,0	35,0	18,0	17,5	45,0	43,0
Weisse mehligte Körner	95,0	95,5	88,5	96,5	92,0	91,5	87,5	84,5	90,0	78,0	78,0	79,0	72,5	15,5	87,0	62,0	77,5	81,5	51,5	53,0

Dagegen lassen sich aus dem Maltosegehalt und Zuckerverhältniss im Extract auf den Vergährungsgrad, welchen die aus den Malzen bereitete Würze nach beendigter Hauptgährung zeigt, nicht immer zutreffende Schlüsse ziehen.

Besser gelingt dies schon, worauf ich schon früher hingewiesen habe, wenn man auch den Rohrzuckergehalt des Malzes berücksichtigt⁵⁾, doch ergeben sich auch hier Ausnahmen, so dass man mit dieser Bestimmung neben der Maltosebestimmung nicht immer sicher zum Ziele gelangt.

Wird aber die Analyse des Malzes in der hier bekannt gegebenen Weise durchgeführt und der Dextringehalt oder, richtiger gesagt, der Dextrinwerth ermittelt, so lässt sich leicht das Verhältniss zwischen Dextrinwerth und Maltose berechnen.

Dieses Verhältniss gestattet aber einen Schluss auf die Höhe des Vergährungsgrades, da eine Würze, in welcher auf die nämliche Dextrinmenge mehr Maltose trifft als in einer anderen, unter sonst gleichen Bedingungen⁶⁾ höher vergähren wird.

Es ist das durch die von mir und meinen Schülern an der Station ausgeführten Arbeiten, die sich vornehmlich mit der Physik der Gährung beschäftigt haben, erwiesen worden⁷⁾.

Die beim Stärkeabbau entstehenden, sammt den im Malze vorgebildeten Maltosemengen sind im Allgemeinen in den lichten Malzen höher und die Dextrinwerthe dementsprechend geringer. Dies kommt nun allerdings in der bisher üblichen Maltosebestimmung schon annähernd zum Ausdruck, dagegen nicht das Verhältniss von Dextrin zur Maltose, welches für die Höhe der Vergährung das allein maassgebende ist.

Betrachtet man zunächst die Reihe in der Tabelle, in welcher dieses Verhältniss, $\text{Dextrin} = 1$ gesetzt, angegeben ist, so findet man, dass bei den ganz lichten Malzen No. 1 bis 5 auf 1 Theil Dextrin die grösseren Zuckermengen treffen.

⁵⁾ Bayer. Brauer-Journ. 1894, IV, Seite 49.

⁶⁾ Ich verstehe hierunter nicht nur gleiche technische Verarbeitung des Malzes und gleiche Behandlung und Lüftung der Würze bis zum Anstellen mit Hefe, sondern auch gleiche Hefe in dem nämlichen Vegetationszustand und gleiche Stickstoffernährung.

⁷⁾ Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde, II. Abth., II. Bd., Seite 321. Chemie und Physiologie des Malzes und des Bieres, Seite 441 u. f. Ferner die Arbeit von W. Knecht über Auswahl von Kohlehydraten u. s. w. im Centralblatt für Bacteriologie, Band VII, Seite 161 u. f., und die Arbeit von E. Prior und H. Schulze in der Zeitschr. f. angew. Chemie 1901, S. 208: Beiträge zur Physik der Gährung.

Noch mehr Zucker, fast die fünffache Menge des Dextrins, enthält das überlöst Malz No. 8. Die Würzen aus diesem Malz, dessen Extract nur 66,21 Proc. Maltose enthält, während im Extract der lichten Malze 1—3 67,37—68,49 Proc. Maltose enthalten sind, werden daher viel höher vergähren, als die der Malze 1—3 und 4.

Die Malze 6, 7, 11, 14 und 18 enthalten auf 1 Dextrin rund 3 Maltose, bei einem Maltosegehalt von 62,71, 63,47, 62,12, 60,36 und 63,31 Proc., also bei Unterschieden bis zu 3 Proc. im Extract!

Bei den Malzen 10, 15, 16, 17 und 19 hingegen, bei welchen auf 1 Dextrin 2,33—2,55 Maltose treffen, liegen die Maltosewerthe im Extract zwischen 59,98 bis 61 Proc., sie differiren also nur um 1 Proc.

Aus den vorstehenden Betrachtungen folgt, dass man zur Erweiterung der Malzanalyse und Beurtheilung der Malze keiner neuen Methoden bedarf, sondern durch geeignete Anwendung bekannter Methoden schon viel tiefere, für die Praxis der Malz- und Bierbereitung wichtige Einblicke erhält. Dieselben erlangen aber erst dann ihre Bedeutung, wenn auf dem von mir gezeigten Wege weiteres Zahlenmaterial gesammelt und mit den Ergebnissen der Praxis in Beziehung gesetzt wird.

Es ist ja sehr wohl möglich, dass ich alsdann, wenn weitere Erfahrungen vorliegen, die von mir, vorläufig des verhältnissmässig geringen Untersuchungsmateriales halber, unter Vorbehalt gegebenen Schlüsse in dieser oder jener Richtung rectificiren muss, allein im Princip und namentlich bezüglich des Weges, welcher einzuschlagen ist, um in der Beurtheilung des Malzes vorwärts zu kommen, dürften sie richtig sein.

Ich bin mir zwar sehr wohl bewusst, dass, so lange es unmöglich ist, die Abbauprodukte der Stärke zu trennen, und so lange wir die Stickstoffsubstanzen in den Malzwürzen nicht besser kennen und uns keine exacten Methoden für deren Bestimmung zur Verfügung stehen, das Ziel noch lange nicht erreicht ist.

Das darf aber uns nicht abhalten, das nach dem Stand unserer Kenntnisse Erreichbare anzuwenden, da sich nur hierdurch, aber nicht durch Stehenbleiben auf dem alten Fleck mit der Begründung, dies und jenes bleibe doch noch zu wünschen übrig und sei nicht zu erreichen, Fortschritte erzielen lassen.

Auch der Einwand, das Arbeitspensum der Stationen erfahre durch die Vervollständigung der Malzanalyse eine derartige Erweiterung, dass es mit der bisherigen An-

zahl von Hilfskräften nicht mehr zu bewältigen sei, darf kein Hinderungsgrund sein, denn die Stationen, welche ihre Aufgaben wissenschaftlich und ernst nehmen, deren Leitern es darum zu thun ist, die Wahrheit zu erforschen und der Brau- und Malzindustrie zu dienen, dürfen vor erhöhter Arbeitslast nicht zurückschrecken.

Zur Theorie des Bleikammerprocesses.

Von Dr. Fr. Riedel.

Versuche, die Gesetze der physikalischen Chemie auf technische Probleme anzuwenden, sind heutzutage sehr häufig. Allerdings gelangen nur wenige dieser Versuche zur Publication und noch weniger haben zu praktisch brauchbaren Ergebnissen geführt. Der allgemeine Misserfolg liegt weniger an der Unvollständigkeit der vorhandenen Theorien als daran, dass die theoretischen Begriffe dem heutigen Techniker, der sie meist durch Selbststudium in seiner karg bemessenen Mussezeit erworben hat, noch zu ungeläufig sind, um in seiner Hand ein brauchbares Werkzeug zu sein.

Man kann es daher nur begrüßen, wenn eine jede verfehlte Anwendung der obigen Gesetze einer scharfen, aber sachlichen Kritik unterzogen wird, um die begangenen Irrthümer zu corrigiren und dadurch beizutragen, ein grösseres Verständniss dieser für die Technik immer wichtiger werdenden Gesetze zu verbreiten.

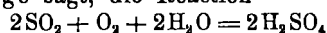
Vor Kurzem hat sich Th. Meyer¹⁾ bemüht, das Massenwirkungsgesetz auf den Bleikammerprocess anzuwenden. Trotz des richtig eingeschlagenen Weges ist es ihm nicht gelungen, zu Resultaten vorzudringen. Seine Arbeit ist alsbald von Lunge einer scharfen Kritik unterzogen worden. Leider ist aber Lunge selbst in der Begründung seiner Ansichten unglücklich gewesen, so dass es nöthig ist, noch einmal auf die Angelegenheit zurückzukommen.

Das Massenwirkungsgesetz in der Form, in der es auf Gleichgewichtszustände angewendet wird, darf wohl als bekannt vorausgesetzt werden. Die in der Gleichung vorkommende Constante, die sog. Gleichgewichtskonstante, ist eine Function von Druck, Temperatur und Art der reagirenden Bestandtheile. Sie ist aber keine von der Concentration der auf einander wirkenden Stoffe abhängige Grösse, wie Meyer²⁾ irrthümlich

meint. Ebenso irrig ist aber auch die Ansicht Lunge's, dass man aus diesem Gesetze das Temperaturoptimum einer betrachteten Reaction berechnen könne³⁾.

Befinden sich bei gegebener Temperatur in einer homogenen Phase n Stoffe (Ausgangs- und Endproducte zusammen) im Gleichgewichte und schreibt man die Concentration von $n - 1$ Stoffen willkürlich vor, so kann man mit Hülfe der durch einen Versuch bestimmten Gleichgewichtskonstanten die Concentration des n ten Stoffes berechnen. Das ist viel, aber auch alles, was das Massenwirkungsgesetz leistet.

Lunge sagt, die Reaction



sei bei der Kammertemperatur nicht umkehrbar⁴⁾ und daher auch das Massenwirkungsgesetz nicht anwendbar, da dieses ja nur für umkehrbare Vorgänge gelte. Der erste Theil dieses Satzes ist zweifellos richtig, der zweite nur dann, wenn man das Wort „umkehrbar“ richtig versteht. Dass aber Lunge das Wort falsch aufgefasst hat, geht aus seiner Ansicht hervor, dass die Anwendung des Massenwirkungsgesetzes auf nicht umkehrbare Vorgänge, insbesondere auf den nicht umkehrbaren Bleikammerprocess vollständig werthlos sei.

„Umkehrbare“, d. s. sich von selbst umkehrende Veränderungen, giebt es in der Natur überhaupt nicht. Wenn also das Massenwirkungsgesetz angewendet wird, so wird es immer auf nicht umkehrbare Reactionen angewendet. Der Grad der Nichtumkehrbarkeit der Reactionen ist freilich von Fall zu Fall verschieden gross. Wie gross oder wie klein er ist, das kann man einer Reaction nicht ansehen, das muss man probiren. Ist der Grad der Nichtumkehrbarkeit klein, so kann man durch Beobachtung auch nur eines Gleichgewichtszustandes, mit Hülfe des Massenwirkungsgesetzes, alle Gleichgewichtszustände ziemlich genau beschreiben, die bei derselben Temperatur eintreten müssen, wenn man die Concentration der einzelnen Componenten verändert. Im wissenschaftlichen Jargon sagt man dann, die Reaction sei „umkehrbar“. Je grösser der Grad der Nichtumkehrbarkeit ist, desto weniger genau stimmt die Rechnung mit der Beobachtung. Die Reaction ist „nichtumkehrbar“. Der übliche Wortlaut bringt es mit sich, dass leicht vergessen wird, dass auch in letzterem Falle die allgemeinen Beziehungen des Massenwirkungsgesetzes bestehen bleiben und dass dieses Gesetz, auch auf

¹⁾ D. Zeitschr. 1901, 1245.

²⁾ D. Zeitschr. 1901, 1247.

³⁾ D. Zeitschr. 1902, 151.

⁴⁾ D. Zeitschr. 1902, 147.