Zeitschrift
für
Untersuchung der Nahrungs- und Genussmittel,
sowie der Gebrauchsgegenstände.

Heft 22.

15. November 1901.

4. Jahrgang.

Apparat und Verfahren zur Bestimmung der Qualität des Weizenklebers.

Von

Prof. Leo Liebermann in Budapest.

Bei der Bestimmung des Werthes eines Weizenmehles, bezw. Weizens, spielt die Beschaffenheit des Klebers, den man durch Auswaschen gewinnen kann, eine Hauptrolle und so auffallend es auch auf den ersten Blick erscheinen mag, so ist es doch zweifellos, dass die Menge desselben erst in zweiter Linie in Betracht kommt, da es Fälle giebt, wo kleberreiche Mehle eine geringere Backfähigkeit zeigen als solche, welche weniger Kleber enthalten. Der Gesamt-Eiweissgehalt aber ist für die Beurtheilung in Bezug auf Backfähigkeit noch weniger maassgebend und gestattet nur eine annähernde Schätzung, ohne jedoch sehr beträchtliche Irrthümer auszuschliessen, was schon daraus hervorgeht, dass es sehr eiweiss-(stickstoff)-reiche Mehle giebt, aus welchen es kaum gelingt, Kleber auszuwaschen.

Je besser ein Teig knetbar ist und je gleichmässiger und bedeutender seine Dehnbarkeit und seine Volumvergrösserung beim Aufgehen und Backen, je vollkommener derselbe seine einmal angenommene Form bewahrt, um so vollkommener wird auch das Gebäck sein.

Feinheit des Mehles, wenn wir mit diesem Ausdruck Plasticität, Dehnbarkeit und Backfähigkeit bezeichnen wollen, stehen in engstem Zusammenhang mit der Beschaffenheit des Klebers.

Dies ist der Grund, warum so Viele, die sich mit Mehluuntersuchungen befasst haben, immer wieder nach neuen Methoden gesucht haben, um die Eigenschaften des Klebers, d. h. sein Ausdehnungsvermögen und seine Dehnbarkeit, bestimmen zu können, ohne aber bis jetzt zu einem durchaus befriedigenden Verfahren zu gelangen.

Ich habe nicht die Absicht, jene zahlreichen Versuche mitzutheilen, welche mich schliesslich auf den, meiner Ansicht nach richtigen Weg geführt haben, sondern will nur in Kürze meine Methode und die einfachen Apparate beschreiben, welche bei derselben zur Anwendung gelangen.

Man bereitet aus 20 g Mehl und 10 ccm gesättigtem Gypswasser einen Teig, den man sorgfältig und gründlich durchknetet. Nach dem Durchkneten lässt man ihn $\frac{1}{4}$ Stunde stehen und wäscht dann unter einem ganz dünnen

Strahl, oder noch besser, unter tröpfelndem Gypswasser aus, indem man den Teig zwischen den Fingern fortwährend knetet, ohne ihn aber zu zerreißen oder zu zerbröckeln. Es ist zweckmässig, ein kleines Sieb unterzustellen, um etwa sich ablösende Klebertheilchen sammeln und mit der Hauptmasse vereinigen zu können.

Das Gypswasser befindet sich in einem mit Ausfluss (Glashahn oder Schraubenquetschhahn) versehenen Gefäss. Man kann auch einen Scheidetrichter verwenden. Das Auswaschen muss so lange fortgesetzt werden, bis das Wasser klar abläuft.

Fig. 46.

gefäss mit steilen Wänden (A), dessen Durchmesser etwa 4 cm und dessen Höhe etwa 1,5 cm beträgt und drückt ihn an dessen Boden, so lange bis er auch die Wand des Schälchens berührt und ungefähr dessen Form angenommen hat.

Die verschiedenen Klebersorten zeigen ein sehr abweichendes Verhalten. Guter Kleber ist plastisch, leicht und glatt knetbar, schlechterer zähe, faserig, nicht sehr plastisch, schwer knetbar, aus welchem Grunde er auch die Form des Schälchens A schwer, mitunter gar nicht annimmt.

Hierauf kommt der Kleber in einen Apparat, welcher aus einer, an einen etwa 30 cm langen, 3 mm dicken Eisenstab gelötheten, hohlen Messingkugel (Fig. 46 B; vergl. auch Fig. 50) besteht, welche mit zahlreichen Löchern von 2 mm Durchmesser versehen ist. Die Kugel besteht aus zwei Hälften, welche

Den gut ausgewaschenen und gleichmässig zu einer Kugel gekneteten Kleber bringt man in eine Schale Wasser, wo er $\frac{1}{4}$ Stunde bleiben soll. Dann wird er herausgenommen — nicht abgetrocknet, sondern nur zwischen den Fingern vom anhängenden Wasser befreit, weil er sonst leicht so klebrig wird, dass die weitere Behandlung erschwert würde — und zwischen den Fingern so geformt, dass er ungefähr die Gestalt und Grösse eines Silberguldens annimmt. Man giebt ihn dann in ein kleines Glas-

mit Charnier verbunden sind, kann also geöffnet und mit einer einfachen Vorrichtung wieder geschlossen werden.

Der Kleber wird in die Kugel (B) gebracht, indem man das den Kleber enthaltende Glasschälchen (A) umgekehrt, mit dem Boden nach oben in die Mitte des unteren Theiles der geöffneten Kugel stellt. Ein sanftes Klopfen genügt, um den Kleber herausfallen zu lassen.

Nun wird die Kugel geschlossen und langsam in ein vorher auf 170° C. erhitztes, mit Thermometer (C), bei Anwendung von Leuchtgas auch mit einem Thermoregulator (D) versehenes Oelbad gesenkt und mit der Klemme F an dem Stativ E befestigt. Verfügt man nicht über Leuchtgas, so ist es zweckmässig, eine Bartel'sche Spirituslampe zu verwenden.

Als Oelbad soll ein Gefäss (G) mit möglichst kleinem Durchmesser verwendet werden, weil, wie weiter unten ausgeführt wird, die Ausdehnungsfähigkeit des Klebers schon aus dem Steigen des Flüssigkeitsniveaus beim Erhitzen des in der Kugel eingeschlossenen Klebers beurtheilt werden kann.

Ich verwende ein Gefäss von 14 cm lichtem Durchmesser, ferner ein hochsiedendes Steinöl, letzteres darum, weil fette Oele oder geschmolzene Fette längere Zeit sehr lästige Dämpfe entwickeln, die hochsiedenden Fraktionen des Petroleums aber von diesem Uebelstande frei sind.

Sofort nach dem Einsenken und Befestigen des Apparates B und nachdem die Luft entwichen ist, wird das Niveau des Oeles notirt; hierzu dient die Röhre H, welche mit einer in Millimeter getheilten Skala versehen ist. Zum Ablesen hat man genügend Zeit, da das Aufgehen des Klebers nicht augenblicklich nach dem Einsenken beginnt.

Ein Vergrößerungsglas¹⁾, welches auch an der Röhre H angebracht werden kann, erleichtert das genaue Ablesen.

Bald nach dem Einsenken der Kugel beginnt eine ziemlich starke Gasentwicklung (Wasserdampf), das Oel geräth in's Wallen, gleichzeitig steigt dessen Niveau, da es von dem sich ausdehnenden Kleber verdrängt wird. Nach ungefähr 10 Minuten hat es schon den höchsten Stand erreicht, die Dampfentwicklung wird schwächer. Ein Abwarten des vollkommenen Aufhörens der letzteren ist nicht nöthig, sondern man lässt die Kugel nun noch etwa 5 Minuten im Oelbade, so dass die Dauer des Erhitzens im Ganzen $\frac{1}{4}$ Stunde betragen soll.

Der abgelesene höchste Stand des Oelniveaus (bezw. die Differenz) wird aufgeschrieben, hierauf der Apparat B langsam herausgehoben und mit der Klemme F abermals fixirt, so dass das noch in der Kugel befindliche Oel langsam abtropfen kann und die Kugel einige Minuten über dem heissen Oel stehend, nicht plötzlich, sondern nur allmählich abgekühlt wird. Dies ist für die spätere direkte Volumbestimmung, für die Erhaltung der Form des erhitzten Klebers von Wichtigkeit. Man legt dann die Kugel in eine Schale und öffnet sie. Ein

¹⁾ Die Firma Calderoni in Budapest verfertigt auch Apparate, welche mit dieser Ablesevorrichtung versehen sind.

leichtes Schütteln und Wenden genügt, um den nun aufgegangenen und gebackenen Kleber herausfallen zu machen.

Guter Kleber hat in der Regel eine Form angenommen, welche einer regelmässigen Kugel mehr oder weniger nahekommt. Schlechter Kleber wird nur selten eine so regelmässige Form aufweisen, er ist meist unregelmässig, zeigt zahlreiche Erhabenheiten und Vertiefungen und hat ein wesentlich geringeres Volumen. Ob dieses gering oder bedeutend ausfallen wird, lässt sich schon voraus aus dem Steigen des Oelniveaus beurtheilen. Das Volum lässt sich auch mit für den vorliegenden Zweck meist genügender Genauigkeit berechnen, da man den Durchmesser des Oelbades, sowie die Steighöhe des Oeles während des Erhitzen des Klebers kennt. Hierzu dient die bekannte Formel:

$$V = r^2 \pi m$$

worin bedeutet:

V = Volumen des erhitzten (aufgegangenen) Klebers in ccm.

r = den Halbmesser des Oelbades; bei der von mir gewählten Grösse = 7 cm.

π = 3,14.

m = beobachtete Steighöhe des Oeles in cm ausgedrückt.

Es ist selbstverständlich, dass diese Berechnung keine ganz genaue sein kann, weil schon 1 mm Steighöhe bei dem verhältnissmässig grossen Durchmesser des Bades ziemlich viel ausmacht und man nicht gut weniger als 0,5 mm ablesen kann. Der Fehler wird also etwa 4–5 ccm betragen können. Auch ist es von vornherein klar, dass das so berechnete Volumen mit dem direkt bestimmten (vergl. weiter unten) nicht vollkommen übereinstimmen kann, weil die Kleberkugel, sobald sie aus dem Apparat genommen wird in Folge von Abkühlung ein geringeres Volumen annimmt und sich nicht ganz gleichmässig zusammenzieht, so dass die Oberfläche nie glatt ist.

Die Bestimmung der Steighöhe und Berechnung des Volumens ist aber, da solche Fehler hier keine Rolle spielen, trotzdem ein vollkommen zuverlässiges Verfahren und gestattet verschiedene Mehle in Bezug auf Backfähigkeit in exakter Weise miteinander zu vergleichen.

Um das Rechnen bequemer zu machen, möge man sich merken, dass bei einem lichten Durchmesser des Gefässes G von 14 cm, 1 mm Steighöhe 15,386 ccm entspricht. Man erhält also das Volumen des aufgegangenen Klebers, wenn man diese Zahl mit der Anzahl der Millimeter multiplicirt.

Noch bequemer ist die Verwendung folgender Tabelle mit abgerundeten Zahlen:

Steighöhe	Volum des erhitzten Klebers	Steighöhe	Volum des erhitzten Klebers
1 mm	= 15 ccm	6 mm	= 92 ccm
2 "	= 31 "	7 "	= 108 "
3 "	= 46 "	8 "	= 123 "
4 "	= 62 "	9 "	= 138 "
5 "	= 77 "	10 "	= 153 "

Das in den nachfolgenden Zeilen beschriebene Verfahren bezweckt das Volumen des erhitzten Klebers direkt zu bestimmen; es dient zur Kontrolle des vorigen und kann, wenn man eine solche nicht für erforderlich hält, auch unterbleiben. Immerhin muss aber bemerkt werden, dass diese direkte Bestimmung des Volumens, bezw. der Vergleich mit der wie oben ausgeführten Bestimmung, einen weiteren Schluss auf die Güte des Klebers gestattet, da z. B. von zwei Kleberproben, welche gleiche Steighöhe ergeben haben, diejenige die bessere sein wird, welche ihr Volumen auch nach dem Abkühlen am besten erhalten hat, welche also bei der direkten Volumenbestimmung eine geringere Abweichung vom berechneten Volumen aufweist¹⁾.

Man lässt die Kleberkugel erkalten; ihr Volumen wird dabei geringer, es bilden sich Erhabenheiten und Vertiefungen, doch behält sie im Grossen und Ganzen in der Regel ihre Kugelform. Es kommt aber auch häufig genug vor, dass sie zusammenfällt, in welchem Falle sie dann zur direkten Volumenbestimmung nicht mehr verwendbar ist.

Diese direkte Bestimmung des Volumens geschieht in der Weise, dass man die ausgekühlte Kleberkugel am besten sofort nach dem Auskühlen (Vergl. weiter unten!) in das Gefäss J bringt, welches hierauf mit dem aufgeschliffenen Helm K bedeckt wird. Dieser letztere wird mit der Vorrichtung LL, welche im Wesentlichen aus zwei, an einen Ring gelötheten Federn besteht, an das Gefäss J angedrückt. Es ist zweckmässig die geschliffenen Ränder von J und K vorher mit etwas Vaseline zu bestreichen.

In das so zusammengestellte und verschlossene Gefäss, giesst man nun durch die Oeffnung M 90—94⁰/₀-igen Alkohol bis zu der in der Figur zu sehenden Marke, bis wohin das Gefäss eben 300 ccm fasst, leert ihn dann wieder in einen graduirten, gleichfalls zur Aufnahme von 300 ccm eingerichteten Messcylinder und bestimmt die nun an 300 ccm fehlende Menge, was sehr bequem auszuführen ist, wenn der Cylinder eine doppelte (von oben und unten beginnende) Skala trägt. Diese fehlende Flüssigkeitsmenge in Cubikcentimetern ist gleich dem Volum des Klebers.

Es sei hier bemerkt, dass es manchmal vorkommt, dass die Kleberkugel irgendwo ein Loch hat, durch welches der Spiritus eindringt. Man merkt das daran, dass beim Auffüllen mit Spiritus Luftblasen aufsteigen und dass das Niveau des Spiritus nicht gleich bleibt, sondern fortwährend sinkt. In solchen Fällen, die besonders dann vorkommen, wenn man die direkte Volumenbestimmung nicht bald nach dem Auskühlen der Kleberkugel vornimmt, muss eine solche natürlich unterbleiben.

Da man gewisse Fehler, welche vorzüglich beim Auswaschen des Klebers vorkommen können (ungleichmässiges Kneten, Unterschiede in der Menge des zurückgehaltenen Wassers u. s. w.), oft auch bei der sorgfältigsten Arbeit nicht

¹⁾ Die Abweichungen zwischen berechnetem und direkt bestimmtem Volumen können in Ausnahmefällen bis zu 25 % betragen; bei 50 untersuchten Mehlen betrugen sie im Mittel 12,8 %.

vermeiden kann, diese Fehler aber bewirken können, dass der Kleber beim Erhitzen ein grösseres oder kleineres Volum annimmt und eine regelmässiger oder weniger regelmässige Form zeigt, ist es rathsam 4—5 mindestens aber 3 Versuche zu machen und nur jene als für die Beurtheilung maassgebend anzusehen, welche die besten, d. h. höchsten Ergebnisse geliefert haben.

Besonderer Beachtung sei noch Folgendes empfohlen: Ausnahmsweise, bei besonders guten Mehlen, aus welchen nahe an 40% oder noch mehr feuchter Kleber gewonnen werden können, kann es vorkommen, dass die oben vorgeschriebene Mehlmenge, 20 g, zu gross ist. Der Kleber kann sich dann so stark und plötzlich ausdehnen, dass er in der Messingkugel B keinen Raum hat und die Wasserdampfentwicklung so heftig wird, dass sogar ein Theil des Oeles aus dem Bade geschleudert wird.

Um dies zu vermeiden, kann es als Regel gelten, dass man, falls die Menge des aus 20 g Mehl gewonnenen Klebers über 7 g beträgt, zum Versuch nur 10 g Mehl und dem entsprechend nur 5 ccm Gypswasser verwenden darf und dass das Ergebniss dann zu verdoppeln ist.

Auch ohne Wägen des Klebers lässt es sich nach der Grösse der aus demselben knetbaren Kugel beurtheilen, ob zum Versuch nur 10 g Mehl verwendet werden dürfen. Die feuchte Kleberkugel soll die Grösse einer Haselnuss haben; ist sie wesentlich grösser, so verwendet man nur die durch Auswaschen aus 10 g Mehl gewonnene Klebermenge.

Für die Praxis dürfte es sich empfehlen eine Werthzahl für die Güte des Klebers, bezw. für die Backfähigkeit des Mehles aufzustellen, welche es ermöglicht, sich rasch darüber ein Urtheil zu bilden, welchen Rang ein Mehl in Bezug auf Backfähigkeit einnimmt.

Nach meinen bisherigen Versuchen gehört ein Mehl, welches bei Anwendung von 20 bzw. bei Berechnung auf 20 g einen Kleber liefert, der sich beim vorgeschriebenen Erhitzen bis zu einem Volum von 348 ccm ausdehnt, schon zu den allervorzüglichsten Sorten.

Diese Zahl (348) setze ich = 100 und berechne die Werthzahl (W) eines gegebenen Mehles nach folgender Formel:

$$W = \frac{K \cdot 100}{348} = K \cdot 0,285$$

worin K das Volum des aus 20 g Mehl gewinnbaren und erhitzten Klebers in Kubikcentimetern bedeutet. Demgemäss hat also ein Mehl, dessen Kleber (aus 20 g) eine Ausdehnung von 348 ccm zeigt, die Werthzahl 100.

Ein Mehl, dessen Kleber sich auf 150 ccm ausdehnt, die Werthzahl

$$W = 150 \times 0,285 = 42,7.$$

Sollte es vorkommen, dass der Kleber eines Mehles ein noch höheres Ausdehnungsvermögen als 348 ccm zeigt, so würde die Werthzahl natürlich 100 übersteigen, was, wenn überhaupt, nur in den allerseltensten Fällen vorkommen

dürfte. Nach meinen Erfahrungen ist schon ein Mehl mit der Werthzahl 40 als ein recht gutes, der gewöhnlichen Handelswaare überlegenes, zu bezeichnen.

Beispiele.

Mehl I.

Stand des auf 170° C. erwärmten Oeles sofort nach dem Einsenken des den		} Werth- zahl = 13,2
feuchten Kleber enthaltenden Apparates B	61 mm	
Stand nach 1/4 Stunde	64 "	
Daher Steighöhe	3 "	
Hieraus berechnetes Volum	46 ccm	

Die aus dem Apparat B genommene Kleberkugel wird in das Gefäß JK gebracht, dieses mit Spiritus bis zur Marke gefüllt, dann in einen Messcylinder entleert. Es fehlen von 300 ccm Spiritus 48 ccm. Das direkt bestimmte Volum beträgt daher 48 ccm und die Differenz zwischen berechnetem und direkt bestimmtem Volumen 2 ccm.

Mehl II.

Stand des auf 170° C. erwärmten Oeles wie oben	61 mm	} Werth- zahl = 39,6
Stand nach 1/4 Stunde	70 "	
Steighöhe	9 "	
Berechnetes Volumen	138 ccm	

Direkt bestimmt wie oben = 135 ccm; Differenz = 3 ccm.

Zur weiteren Erläuterung des in obigen Zeilen Mitgetheilten mögen die folgenden (S. 1015), nach einer photographischen Aufnahme angefertigten Abbildungen ($1/5$ — $1/4$ der natürlichen Grösse) dienen.

Die erste Reihe (Fig. 47, a, b, c) zeigt wie weit je 2 Versuche übereinstimmen können.

Die zweite Reihe (Fig. 48, a—d) zeigt den Unterschied zwischen 4 verschiedenen Mehllarten (a, b, c, d) bei Anwendung gleicher Mengen von je 20 g. In diesen Mehlen wurde die Menge des Stickstoffs und des feuchten Klebers bestimmt, auch wurden die Mehle nach der jetzt ziemlich häufig verwendeten Methode von Kunis untersucht. Die hierbei gewonnenen Zahlen giebt folgende Tabelle wieder:

	a	b	c	d
Verwendete Mehlmenge	20 g	20 g	20 g	20 g
Stickstoff	2,10 %	2,22 %	1,61 %	1,47 %
Feuchter Kleber	31,6 "	35,2 "	24,6 "	22,3 "
Volumen des erhitzten Klebers	135 ccm	120 ccm	76 ccm	32 ccm
Steigkraft nach Kunis	70,7 %	68 %	53,3 %	50,7 %

Die dritte Reihe (Fig. 49, a—d) zeigt den Unterschied in der Backfähigkeit vier verschiedener Klebersorten. Die feucht gewogenen Klebergewichte sind in allen vier Fällen nahezu gleich (etwa 7 g), die Backfähigkeit ist jedoch sehr verschieden, nämlich:

a	b	c	d
120 ccm	112 ccm	83 ccm	78 ccm

Fig. 50 stellt die geöffnete Backkapsel in derselben Verkleinerung dar, welche die Figuren 47, 48 und 49 aufweisen.

Fig. 47.

Je zwei Versuche bei drei verschiedenen Mehlen.

Fig. 48.

Unterschiede zwischen vier verschiedenen Mehlen.

Fig. 49.

Unterschiede zwischen vier verschiedenen Klebersorten
bei Anwendung gleicher Klebermengen.

Fig. 50.

Die geöffnete Backkapsel.

Der oben beschriebene Apparat, genau nach meinen Angaben angefertigt, ist zu haben bei Calderoni & Comp., Budapest, VI., kleine Brückgasse 8. Der vollständige Apparat mit Thermometer, jedoch ohne Lampe, kostet 48 Kronen.